

# Köymäri Riku

## Poistumisreittivalaistuksen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

21.2.2014

## **Alkusanat**

Haluan kiittää koko Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy:n henkilöstöä ja erityisesti toimitusjohtaja Antti Danskaa, insinöörityöni ohjaajaa Ville-Veikko Holmroosia ja työtovereita saamastani avusta tämän insinöörityön tekemisessä. Lisäksi kiitän työni valvojaa lehtori Tapio Kallasjokea Metropolia Ammattikorkeakoulusta. Työ antoi minulle hyvän käsityksen poistumisreittivalaistuksen suunnittelusta ja uskon, että siitä on monella tavalla hyötyä tulevaisuudessa.

Helsingissä 21.2.2014

Riku Köymäri

Tekijä Otsikko	Riku Köymäri Poistumisreittivalaistuksen suunnittelu
Sivumäärä Aika	46 sivua + 2 liitettä 21.2.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	sähkösuunnittelija Ville-Veikko Holmroos lehtori Tapio Kallasjoki
<p>Insinööritöyssä koottiin poistumisreittivalaistuksen suunnitteluohje, joka on suunnattu Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy:n suunnitteluohjeeksi. Työn kohderyhmänä ovat sähkösuunnittelijat ja -insinööriopiskelijat.</p> <p>Työssä käytettiin apuna uusimpia standardeja, ohjeistoja, asetuksia ja keskusteluja alan asiantuntijoiden kanssa. Työssä esiteltiin turvavalaisinmallit, kaapelit, tehonsyöttävät, akustot, turvavalokeskukset ja sijoitusperiaatteet. Esimerkkeinä käytettiin rakenteilla olevia ja valmistuneita kohteita, joiden avulla todettiin ohjeiden soveltuvuus.</p> <p>Ohjeesta tuli niin monipuolinen, että sitä noudattamalla päädyttiin toimivaan poistumisreittivalaistusratkaisuun. Työssä huomattiin kuitenkin muutamia ratkaisemattomia ongelmia, jotka tulisi ratkaista tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	turvavalaistus, poistumisreittivalaistus, turvavalokeskus, suunnitteluohje

Author Title  Number of Pages Date	Riku Köymäri Escape Route Lighting Planning Manual 46 pages + 2 appendices 21 <sup>st</sup> of February 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Ville-Veikko Holmroos, Electrical designer Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer
<p>The objective of this Engineering thesis was to assemble an emergency exit route planning manual for electrical engineers and students. Further testing and implementation was done for Tauno Nissinen Engineering Ltd.</p> <p>The latest standards, guidelines and regulations were used in this manual in addition to interviews with industry experts. The applicability of the manual was tested and a couple of examples are given in this thesis.</p> <p>The final manual was very successful and it is taken into use as a guide for interns and engineers at Tauno Nissinen Engineering Ltd. Some unsolved problems were found which this thesis recommends to be solved in the future.</p>	
Keywords	Emergency lighting, escape route lighting, planning manual

## Sisällys

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Turvavalaistus	2
3	Standardit, asetukset ja määräykset	3
4	Poistumisopasteet ja poistumisreittivalaisimet	5
4.1	Opasteiden ja valaisimien standardit ja asetukset	5
4.2	IP-luokitus	11
4.3	Poistumisreittiopasteen esimerkkimalli	12
4.4	Katseluetäisyys	13
4.5	Poistumisreittivalaisimen esimerkkimalli	13
5	Palonkestoisuus	14
5.1	Palonkestävät kaapelit	15
5.2	Palonkestävät johtotiet	17
6	Turvavalaistusjärjestelmien sähkönsyöttö	18
6.1	Vaihtokytkentäinen tehonsyöttötapa	19
6.2	Keskeytymätön tehonsyöttö	20
6.3	Turvavalaistusta tukevat järjestelmät	21
6.3.1	ESCAP-järjestelmä	22
6.3.2	Lumitest-järjestelmä	22
6.3.3	Aalto Control -järjestelmä	22
6.3.4	Intelligent Controller (IC) -ohjelma	22
6.4	Akusto	22
7	Turvavalokeskus	24
7.1	Alijänniterele	25
7.2	Tilavahti®	25

7.3	Turvavalokeskuksen huoltotoimenpiteet	26
8	Turvavalaistuksen suunnittelu	26
8.1	Turvavalaistussuunnittelun lähtökohdat	26
8.2	Poistumisopasteiden symbolit	27
8.3	Poistumisreittivalaisimien symbolit	28
9	Poistumisopasteiden valinta ja sijoitusperiaate	29
10	Poistumisreittivalaisimien valinta ja sijoitusperiaate	31
11	Turvavalokeskuksen valinta ja sijoitusperiaate	34
12	Turvavalojen ryhmitys	35
13	Turvavalaistuksen sijoittelu piirustuksiin	36
13.1	Esimerkkihotelli	36
13.2	Esimerkkiparkkihalli	38
14	Turvavalaistuksesta laadittavat dokumentit	40
15	Viranomaisvalvonta ja tarkastukset	42
16	Pohdinta ja yhteenveto	42
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Turvavalaistuskaavio	
	Liite 2. Valaisinluettelo	

## Lyhenteet

Estohäikäisy	suoraan valonlähteestä tuleva häikäisy, joka heikentää näkemistä
Keskivyöhyke	vähintään puolet käytävän leveydestä oleva vyöhyke
Luksi (lx)	valaistun pinnan valaistusvoimakkuuden yksikkö
Luminanssi	valotiheys, joka kuvaa, kuinka kirkkaana jokin pinta näkyy
Lumen (lm)	SI-järjestelmän mukainen valovirran yksikkö
Valaistusvoimakkuuden tasaisuussuhde	pienimmän valaistusvoimakkuuden suhde keskiarvoon
Valonjako	kertoo, miten valaisin tuottaa valoa valaisimesta ympäristöön
Valotehokkuus	valolähteen tuottama valovirta kulutettua sähkötehoa kohti
Valovoima	valaisimen lähettämän valon määrä tiettyä säteilykulmaa kohti

## 1 Johdanto

Tämä insinööritoimisto Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy:n henkilöstölle. Työssä esitetään poistumisreittivalaistuksen suunnittelussa käytettäviä menetelmiä, ratkaisuja ja ongelmakohtia ja sillä halutaan opastaa suunnittelijoita poistumisreittivalaistuksen parempaan sijoitteluun ja suunnitteluun. Tavoitteena on vastata seuraaviin kysymyksiin: mitä turva- ja poistumisreittivalaistus tarkoittavat, mitkä standardit niitä käsittelevät, mitä tulee ottaa huomioon turvavalaituksesta suunnitellessa ja miten suunnitelmat toteutetaan.

Ensiksi paneudutaan yleisesti turva- ja poistumisreittivalaistusta koskeviin määräyksiin ja standardeihin. Toisena kokonaisuutena esitetään poistumisreittiohjeiden ja -valaisimien tärkeimpiä tietoja. Kolmanneksi tarkastellaan lyhyesti palonkestäviä kaapeleita, jonka jälkeen esitellään palonkestäviä johtotieratkaisuja ja niiden ongelmia.

Turvavalaitusjärjestelmissä esitetään tehonsyöttöjärjestelmät ja eritellään, mitä hyviä tai huonoja puolia eri järjestelmissä on. Työssä otetaan myös esille, minkälaisia tukevia järjestelmiä voidaan mahdollisesti hyödyntää poistumisreittivalaistuksessa.

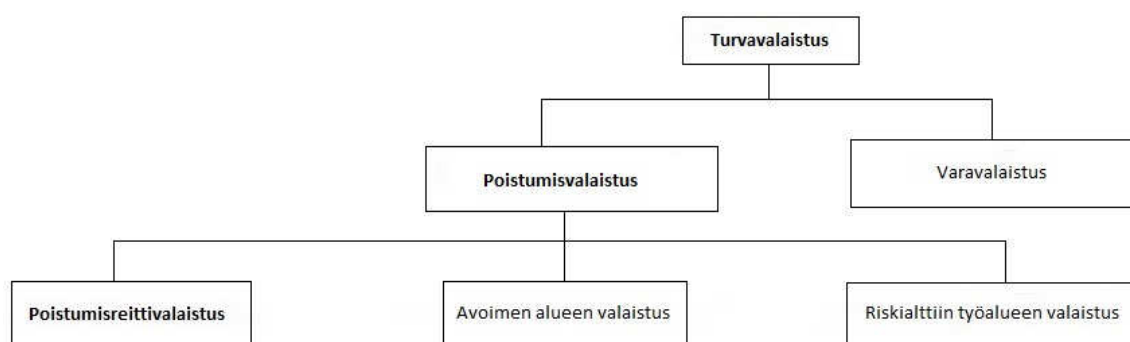
Turvavalokeskuksista kerrotaan, mitä kannattaa ottaa huomioon niiden valinnassa ja sijoittelussa. Esille otetaan muutamia käyttäjän turvallisuutta parantavia lisälaitteita. Lopuksi kerrotaan esimerkkien avulla turvavalaituksen suunnittelun toteutuksesta, sekä miten turvavalaisimia sijoitetaan ja ryhmitellään sähköpiirustuksiin.



## 2 Turvavalaistus

Julkisissa tiloissa ja rakennuksissa turvallisuutta halutaan lisätä erilaisilla järjestelmillä sähkökatkon tai jonkin muun turvallisuutta vaarantavan tilanteen aikana. Näitä tilanteita varten on suunniteltu erillinen turvavalaistusjärjestelmä (kuva 1), jolla on oma ja muista riippumaton sähkönsyöttö. Turvavalaistuksen käyttöön johtavia häiriötilanteita voivat olla esimerkiksi sähkökatko- ja palotilanteet, turvallisuusongelmat, luonnonkatastrofit tai järjestelmien vikaantumiset. Usein turvavalaistuksen ongelmatilanteeksi ajatellaan palotilanteet, koska ne aiheuttavat suurimman rasituksen kaapeleille ja ovat suhteellisen todennäköinen riskitekijä. Tilanteet, kuten sähkökatkot, ilki- tai väkivaltilanteet, eivät aiheuta turvavalaistukselle käytännössä minkäänlaista rasitusta.

Turvavalaistus voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: poistumisvalaistus ja varavalaistus (kuva 1). Poistumisvalaistuksen tarkoituksena on mahdollistaa vaarallisten prosessien hallittu pysäyttäminen, avoimien alueiden valaiseminen ja turvallinen poistuminen rakennuksesta. Varavalaistuksen tarkoituksena on taata normaalin toiminnan jatkuminen oleellisesti muuttumattomana. [1, s. 11.]



Kuva 1. Turvavalaistuksen erityismuodot [1, s. 11]

Poistumisreittivalaistuksen tarkoituksena on valaista ja osoittaa turvallinen poistumisreitti ulos rakennuksesta. Myös erikoistilat, sammutus- ja turvavälineet valaistaan, että ne olisivat helpommin paikannettavissa.

Avoimen alueen valaistuksen tarkoituksena on vähentää paniikkia sekä mahdollistaa rakennuksessa olevien henkilöiden turvallinen poistuminen luomalla paremmat olosuhteet ja osoittamalla poistumisreitien suunta. Jos avoimen alueen tila on korkea, voidaan alueen turvavalaistusta tukemaan lisätä tehokkaampia valaisimia, jotka saavat sähkönsyöttönsä omasta tai keskitetystä akustosta. Tällöin virransyötön häiriintyessä

tehokkaammat valaisimet jäävät valaisemaan avointa aluetta luomalla paremmat olosuhteet poistumiselle.

Riskialttiin työalueen valaistus parantaa sellaisten henkilöiden turvallisuutta, jotka työskentelevät vaarallisen tai tärkeän prosessin parissa. Alueen valaiseminen mahdollistaa toiminnan hallitun pysäyttämisen vaarantamatta muiden tilassa olijoiden turvallisuutta. Riskialttiita työpisteitä löytyy esimerkiksi isoista paperitehtaista ja ydinvoimaloista, joissa työntekijät joutuvat käyttämään suuria työkoneita. [2, s. 4 - 5.]

### 3 Standardit, asetukset ja määräykset

Turvavalaistusta koskevilla standardeilla määritetään tarvittava vaatimustaso. Jos turvavalaistus suunnitellaan vain standardien mukaan, voivat suunnitelmat joissain tilanteissa johtaa epäkäytännölliseen turvavalaistukseen. Suunnittelussa tulee myös huomioida käyttäjän toiveet ja voimassa olevat ohjeet. Suomessa poistumisvalaistusta on käsitelty muun muassa seuraavissa laeissa, asetuksissa ja standardeissa:

- Pelastuslaki 379/2011 (22 §, 32 §)
- Laitelaki 10/2007
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK E1 Rakenteellinen paloturvallisuus
- Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta SMa 805/2005
- Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK A2 Rakennusten suunnitelmat ja suunnittelijat
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK F2 Rakennuksen käyttöturvallisuus
- SFS-EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät
- SFS-EN 60598-2-22 Luminaires. Part 2-22: Particular requirements. Luminaires for emergency lighting.

- SFS-EN 1838 Valaistussovellukset. Turvavalaistus
- SFS-EN 6000-5-56, Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät
- SFS-EN 50172 Poistumisvalaistusjärjestelmät

Pelastuslain 32§:n mukaan poistumisreitit ja niille johtavat kulkureitit tulee merkitä ja valaista asianmukaisesti. Suomen rakennusmääräyskokoelmassa RakMK E1:ssä on esitetty vaatimus, joilla varmistetaan että rakennuksesta voidaan turvallisesti poistua tulipalossa tai muussa hätätilanteessa. Sisäasiainministeriön asetus SMa 805/2005 kertoo rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta ja viittaa standardeihin.

On myös huomattavaa, että standardit eivät ole keskenään yhdenarvoisia. Asetuksessa on velvoittavaksi määritelty vain keskitetyn tehonsyötön järjestelmiä käsittelevä standardit SFS-EN 50171 ja SFS-EN 60598-2-22. Velvoittavaksi on asetuksessa määritelty myös Valtioneuvoston turvamerkkipäätös 976/1994. Standardi SFS-EN 1838 on asetuksessa esitetty noudatettavaksi soveltuvien osien ja standardi SFS-EN 50172 on vain suositusluontoinen. Tämän lisäksi on myös muita uusia julkaistuja standardeja, joissa otetaan kantaa turvavalaistukseen ja sen suunnitteluun. Esimerkiksi EN ISO 7010 ottaa kantaa poistumisopasteiden kuvioihin. [1, s. 12.]

ST-kortistosta saadaan standardeihin ja asetuksiin viittaavia ohjeita. ST-kortisto 59.10 ottaa kantaa poistumisreitivalaistuksen palonkestävyyteen.

- Turvavalaistuksen tulee läpäistä 850 °C:n kuumalan kakoe.
- Liitäntälaitteen on kestävä 70 °C:n lämpötila vähintään tunnin ajan sekä toimittava 50 %:n lamppuvirralla vähintään 1,5 tunnin ajan.
- Loistelamppuvalaisimissa ei saa olla hohtosytytintä eikä valonlähteenä saa käyttää sisäänrakennetulla sytyttimellä varustettuja loistelamppuja.
- Turvavalaistuksen on kestävä 0,35 Nm iskukoe.
- Estohäikäisyn rajoittamiseksi valaisimen valovoima ei saa häikäisyalueella ylittää tiettyjä raja-arvoja. Vaakatasossa olevilla poistumisreiteillä häikäisyalue sijaitsee pystysuorasta alhaalta päin lukien 60...90 asteen kulmassa ja kaikilla muilla poistumisreiteillä häikäisyalue sijaitsee kaikkiin suuntiin valaisimesta.

- Turvallisuusvärien tunnistamiseksi valaisimessa käytettävän lampun yleisen värintoistoindeksin  $R_a$  tulee olla vähintään 40 eikä valaisimen rakenne saa merkittävästi pienentää sitä.

Poistumistilanteessa valaistusvoimakkuustasot ovat alhaisia, jolloin valaisimen ja sen taustan välinen kontrasti aiheuttaa helposti häikäisyä. Pääongelma on estohäikäisy, jolloin valaisimen suuri luminanssi eli valotiheys voi häiritä tai estää esteiden, portaiden ja merkkien näkymisen. Estohäikäisyä voidaan välttää sijoittamalla piirustuksiin pienempi tehoisia turvavalaisimia, jolloin valovoima, eli valaisimen lähettämän valon määrä säteilykulmaa kohti, pysyy standardin sallimissa rajoissa.

Poistumisreittivalaistuksen on toimittava turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin vaadittavan ajan. Vaadittava aika määräytyy rakennuksen ja tilojen käyttötavasta, rakenteellisista ominaisuuksista, tiloissa olevien ihmisten valmiuksista sekä muista poistumisturvallisuuden riskeistä. Vähimmäisvaatimus toiminta-ajalle on yksi tunti. [3, s. 3 - 4.]

## 4 Poistumisopasteet ja poistumisreittivalaisimet

### 4.1 Opasteiden ja valaisimien standardit ja asetukset

Standardit ottavat kantaa, mihin tiloihin tulee sijoittaa poistumisreittivalaisimia ja poistumisopasteita. Täysin yleispätevää rakennustyyppikohtaista ohjetta poistumisvalaistuksen toteuttamiseksi ei voida antaa, mutta ohjeena voidaan kuitenkin pitää taulukon 1 (ks. seur. s.) jaottelua. Poistumisreittien merkitseminen on tarpeellista niissä tiloissa, joissa liikkuu sellaisia ihmisiä, joiden ei voida olettaa tuntevan rakennuksen tiloja hyvin. Tilat, missä poistuminen on tavanomaista hankalampaa, tulee myös valaista asian mukaisesti. Näistä esimerkkejä ovat muun muassa maanalaiset tilat ja monimutkaiset pohjaratkaisut. Lisäksi standardien mukaan hissikoreihin on pakollista sijoittaa poistumisreittivalaisin, jotta välttyttäisiin pelkotiloilta. Uusissa hisseissä tämä asia on jo otettu huomioon, mutta saneerauskohteissa tulee ottaa selvää onko hississä turvavalaisin vai ei.

Taulukko 1. Poistumisopasteiden ja poistumisreitien valaistuksen tarve [1, s. 58]

	Poistumisopasteet	Poistumisreitivalaistus
Majoitustilat: hotellit, lomakodit ja asuntolat	+	+ (1
Hoitolaitokset: sairaalat, vanhainkodat, suljetut rangaistuslaitokset	+	+
Kokoontumis- ja liiketilat: ravintolat, myymälät, koulut, päiväkodit ja muut varhaiskasvatuksen tilat, urheiluhallit, näyttelyhallit, teatterit, kirkot, kirjastot ja päivähoitolaitokset	+	+ (2
Toimistot ja muut työpaikkatilat, jossa pääosin tilat tuntevaa henkilökuntaa	+	-
Tuotantotilat	+	- (3
Varastotilat, joissa työskennellään jatkuvasti	+	-
Autosuojat	+	-
Maanalaiset tilat	+	+
Yli 8-kerroksiset rakennukset	+	+

Taulukossa 1 on esitetty poistumisopasteiden ja -valaisimien tarve eri tiloissa. Kaikille poistumisreiteille ei vaadita poistumisreitivalaistusta, mutta on hyvän suunnittelutavan mukaista sijoittaa turvavalaisimia mahdollisesti myös niihin tiloihin, missä ne eivät ole pakollista. Esitettyä taulukkoa tarkennetaan vielä seuraavilla lisäyksillä:

- 1) Yksikerroksisissa rakennuksissa, joissa poistumismahdollisuudet ovat hyvät, poistumisreitivalaistus (esimerkiksi poistumisen ollessa huoneista suoraan ulos) voidaan jättää pois.
- 2) Tiloissa, jossa pinta-ala on suurempi kuin 300 m<sup>2</sup>. Pienemmissä tiloissa poistumisreitien valaistus harkinnan mukaan.
- 3) Mikäli poistuminen on vaikeaa tai poistumisjärjestely on tavanomaisesta poikkeavaa, poistumisreitti on valaistava.

[1, s. 58.]

Standardit vaativat turvavalaistuksen korostavan joitain paikkoja. SFS-EN 1838 ottaa kantaa korostettaviin paikkoihin seuraavasti:

- Jokainen hätäpoistumiseen tarkoitettu uloskäytävän ovi.
- Portaiden lähialue niin, että jokainen porrastasanne saa suoraa valoa.
- Lähialue jokaisessa muussa korkeustason muutoskohdassa.
- Pakolliset uloskäytävät ja turvallisuuskilvet.
- Kulkusuunnan jokainen muutospaikka.
- Käytävien jokainen risteys.
- Jokaisen lopullisen uloskäynnin lähistö ja uloskäynti.
- Jokaisen ensiapupisteen lähialue.
- Jokaisen palosammutuskaluston sijoituspaikan ja palohälytyspisteen lähialue.

[2, s. 6.]

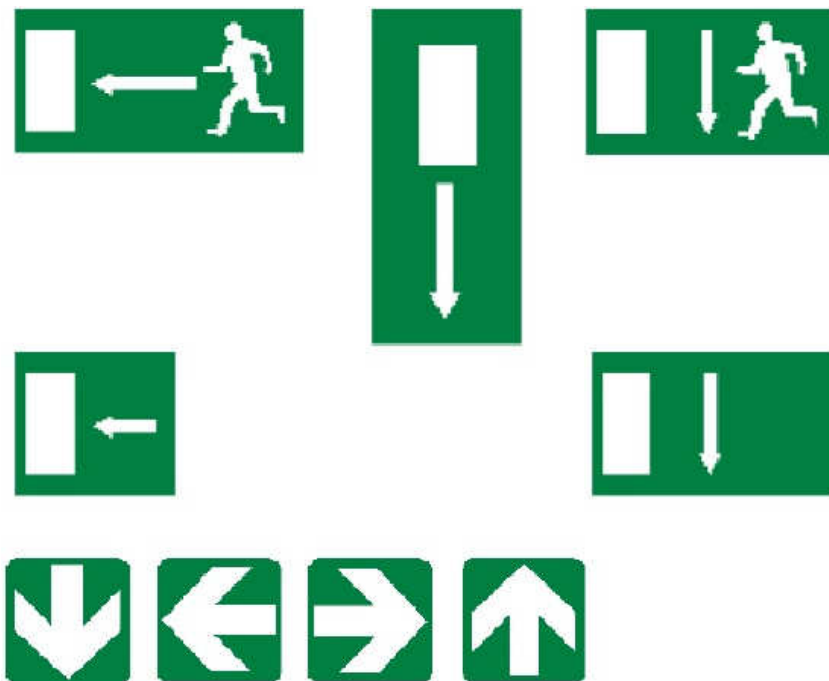
Jotta ei päädyttäisi tilanteeseen, jossa joudutaan lisäämään jo valmiiseen ja rakennettuun järjestelmään uusia poistumisopasteita, suunnitteluvaiheessa on hyvä varautua ongelmakohtien valaisemiseen. Kuvassa 2 esitetään tilanne, jossa tilaan on lisätty poistumisopaste, vaikka sen tarvetta ei ole standardeissa suoranaisesti sanottu.



Kuva 2. Suihkutilaan sijoitettu poistumisopaste

Kuvassa 2 (ks. edell. s.) on esitetty suihkutilan poistumisopaste, joka on sijoitettu hieman käyttäjän katselusuunnan yläpuolelle, jossa se on helppo havaita. Tilaan ei ole lisätty poistumisreitivalaisimia, koska suunnitteluvaiheessa ei niiden nähty olevan tarpeellisia.

Kuvassa 3 esitetään turvamerkkipäätöksen mukaiset poistumisopasteiden merkinnät. Opastekuviot muuttuivat Euroopan laajuisen standardin ISO EN 7010:n myötä hieman, mutta kuvassa esitetyt opasteet toimivat hyvinä esimerkkeinä. Nuolen suunta kertoo poistumisreitin suunnan ja juokseva hahmo selkeyttää sitä käyttäjille. Oikealla ylhäällä oleva merkin nuoli tarkoittaa suuntaa eteenpäin eikä alas.



Kuva 3. Turvamerkkipäätöksessä määritellyt poistumisopasteissa käytettävät merkit [1, s. 30]

Poistumisopasteille ja opastekuvioille annetaan turvamerkkipäätöksessä myös tarkkoja vaatimuksia:

- Suorakulmainen tai neliömäinen muoto.
- Valkoinen kuva vihreällä pohjalla niin, että vihreä osa peittää vähintään 50 % merkin pinnasta.
- Kuvatunnuksen (kuva 3) mukaiset merkit, täydentävänä osana voi olla pelkkää suuntaa osoittava nuoli.

- Kuvatunnukset voivat olla jossain määrin erilaisia kuin päätöksessä annetut edellyttäen, että ne välittävät saman merkityksen, eivätkä ole vaikeammin ymmärrettävissä.
- Mitoiltaan sekä väri- ja valo-ominaisuuksiltaan sellaisia, että opasteet voidaan nähdä ja ymmärtää helposti.
- Materiaalin on tarvittaessa oltava iskunkestävä ja muutenkin kestävyydeltään käyttöympäristöön soveltuva.

[1, s. 30.]

Materiaaliltaan poistumisopasteen tulee kestää tarvittava määrä kuumuutta ja tarvittaessa vallitsevat ympäristöolosuhteet, kuten kosteus. Usein valmistajat ovat pitäneet huolen, että myynnissä oleva tuote täyttää vaaditut standardit. Mallien tuoteselostuksissa kerrotaan, mitkä standardit kyseinen malli täyttää.

Valaistussovelluksen turvavalaisusstandardi SFS-EN 1838 ottaa kantaa poistumisopasteiden vaatimuksiin ja tarkentaa edellistä lainausta seuraavasti:

- Poistumisopasteiden kuvatunnusten on oltava työssä käytettäviä turvallisuus- ja/tai terveystunnuksia koskevista vähimmäisvaatimuksista 24 päivänä kesäkuuta 1992 annetun neuvoston direktiivin 92/58/ETY mukaisia.
- Turvallisuuskilpien on saavutettava 50 % vaaditusta luminanssista viiden sekunnin sisällä ja täysi luminanssi kuudenkymmenen sekunnin sisällä.
- Värien on oltava standardin "ISO 3864 Safety colours and safety signs" mukaisia.
- Turvallisuuskilpien luminanssin on turvallisuusvärillä merkityssä kohdassa oltava vähintään  $2\text{cd}/\text{m}^2$  kaikissa kyseeseen tulevissa katselukulmissa.
- Suurimman ja pienimmän luminanssin suhde joko valkoisella tai turvallisuusvärillä merkityllä alueella ei saa olla suurempi kuin 10:1.
- Suurta luminanssin vaihtelua viereisten pisteiden välillä olisi vältettävä.
- Valkoisella merkityn alueen luminanssin  $L_{\text{valkoinen}}$  suhde turvallisuusvärillä merkityn alueen luminanssiin  $L_{\text{väri}}$  ei saa olla pienempi kuin 5:1 ja suurempi kuin 15:1.

[2, s. 10.]



Määräykset eivät säätele opasvalaisimien alavalon osuutta. Käytännössä tämä merkitsee, että ilman alavaloa olevan opasvalaisimen yhteyteen joudutaan lisäksi asentamaan erillinen poistumisreittivalaisin. Joissakin malleissa taas alavalo on rakennettu poistumisopasteen yhteyteen, jolloin erillistä poistumisreittivalaisinta ei tarvita. Tämä on täysin laitekohtaista, ja opasteiden ominaisuudet tulee ottaa selville turvavalvoja valittaessa. [3, s. 6.]

Kuvassa 4 esitetään tilanne, missä poistumisopaste valaistetaan poistumisreittivalaisimen avulla. Sähkönsyötön häiriintyessä poistumisreittivalaisin valaisee kuvan poistumisopasteen, joka on valmistettu jälkiheijastavasta materiaalista. Tällöin, jos poistumisreittivalaisin ei jostain syystä toimisi, poistumisopaste näkyy vielä pimeässä. Poistumisopaste on sijoitettu oven karmiin noin 1,5 metrin korkeudelle, jotta se olisi mahdollisimman helposti havaittavissa ja tekisi poistumisreitit suunnan käyttäjälle helposti selväksi.



**Kuva 4. Poistumisopaste valaistuna poistumisreittivalaisimella**

Kuvassa 4 on esitetty jälkiheijastava poistumisopaste, joka ei ole uusimpien standardien mukainen, koska sen läheisyyteen ei ole asennettu sisäpuolelta valaistua poistumisopastetta. Jälkiheijastavat poistumisopasteet eivät korvaa sisäpuolelta valaistuja poistumisopasteita, mutta niitä kuitenkin voidaan käyttää täydentävinä opasteina. [1, s. 29.]

Standardit määrittelevät, että turvavalaisituksen tulee saavuttaa puolet sen vaaditusta luminanssista viiden sekunnin kuluessa sähkökatkosta ja täysi luminanssi kuudenkymmenen sekunnin sisällä. Kuitenkaan ne eivät ota kantaa siihen, kuinka valaistuina turvavalaisimien ja jatkuvasti päällä olevien poistumisreittiopasteiden pitää olla normaali tilanteessa. Tietokoneohjelmien avulla voidaan poistumisopasteita himmentää normaalioloissa, jolloin saadaan pidennettyä poistumisopasteiden käyttöikää ja pienennettyä sähkönkulutusta. Turvavalokeskus sytyttää poistumisopasteet täydelle teholle, kun se saa tiedon palo- tai sähkökatkotilanteesta. Huomioitavaa tässä on kuitenkin se, että täydelle teholle sytytys ei toimi silloin, kun turvavalokeskus ei saa tietoa vikatilanteesta. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi turvallisuustilanteet. [2, s. 10.]

Standardit vaativat, että poistumisopasteiden tulee olla aina valaistuja ja niiden on toimittava tavallisesta valaistuksesta riippumatta. Jatkuva toiminta kuormittaa niitä enemmän kuin ajoittainen toiminta, mikä helpottaa rikkiäisten opasteiden löytämistä, mutta lisää huoltokustannuksia. Lisäksi opasteiden jatkuva toiminta lisää turvallisuutta, kun on kyseessä tilanne, missä vikatietoa saada. Suunnitteluvaiheessa on siis hyvä valita laadukas ja kalliimpi poistumisopaste kuin halvempi ja helpommin vikaantuva poistumisopaste. [3, s. 3.]

Poistumisopasteiden pitää olla mahdollisimman selkeitä ja helposti tunnistettavia. Selkeysvaatimus edellyttää, että samassa tilassa käytetyt opasteet ovat mahdollisimman samanlaisia. Esimerkiksi parkkihallilaajennuksia koskeissa saneerauksissa voidaan kohdata tilanne, jossa samassa tilassa käytetyt opasteet ovat erilaisia. Tällöin tulee kiinnittää huomiota etenkin poistumisopasteiden malleihin, että ne näyttäisivät mahdollisimman samanlaisilta nykyisen parkkihallin poistumisopasteisiin verrattuna. [1, s. 32.]

## 4.2 IP-luokitus

Poistumistieopasteille annetaan IP-luokitus, jotta jo suunnitteluvaiheessa voitaisiin ottaa huomioon ympäristön asettamat vaatimukset. Puhtaisiin ja kuiviin sisätiloihin voidaan käyttää IP20-luokiteltua valaisinta. Esimerkiksi urheilutiloissa käytetään kestävämpiä opasteita tai mahdollisesti käyttöön suunniteltuja kehikoita. IP44-luokiteltuja valaisimia käytetään kosteissa tiloissa ja keittiöissä IP65-luokiteltuja valaisimia.

#### 4.3 Poistumisreittiopasteen esimerkkimalli

Kuvassa 5 esitetään Teknowaren seinämallinen poistumistieopaste keskeisine tietoi-  
neen. Tämä malli soveltuu niin katto- kuin seinäasennuksiin, ja se on valaistu LED-  
tekniikalla. Tämän mallin katselu-etäisyys on 20 - 40 metriä kuvion koon mukaan. Ilmoi-  
tettu katselu-etäisyys on maksimikatselu-etäisyys, ja suunnitteluvaiheessa se on poistu-  
misopasteiden pisin etäisyys toisistaan. Poistumisopasteita on myös kaksipuolisina ja  
nuolet saadaan osoittamaan loogisesti samaan suuntaan.



**Kuva 5. ESC 20TWT46 / TWT47 / TWT48 EXIT LUMINAIRE, Teknowaren poistumistieopaste [5, s 1]**

Kuvassa 5 on esitetty malli, joka on IP20-suojattu ja sen järjestelmä sallii opasvalaisi-  
men kytkemisen samaan ryhmäjohtoon poistumisreittivalaisimien kanssa. Tässä mal-  
lissa ei ole erillistä alaspäin suunnattua LED:ä, jolloin se ei valaise poistumisreittiä.  
Siihen on myös saatavilla Intelligent Controller (IC) -järjestelmä (ks. 6.3.4). Kuvasta  
nähtiin myös, mitkä standardit poistumisopaste täyttää. EN 1838 kertoo turvalaistuk-  
sen sovelluksista ja EN 60598-2-22 turvalaistuksille asetetuista vaatimuksista. [5.]

Eri valmistajat tarjoavat hyvin erilaisia malleja eri poistumisreittitarkoituksiin. Suunnitte-  
lijän tulee valita rakennus- ja tilakohtaisesti käytettävät poistumisreittiopasteet. Usein  
avoimissa tiloissa käytetään isompia poistumisopasteita, jolloin katselu-etäisyyttä pysty-  
tään kasvattamaan ja päästään mahdollisesti halvempaan turvalaistusratkaisuun.

#### 4.4 Katseluetaisyys

Jos katseluetaisyyttä ei ole ilmoitettu, se voidaan tarvittaessa laskea erillisellä kaavalla. Tuoteselosteesta tulee ottaa selvää, onko poistumisopaste sisä- vai ulkopuolelta valaistu, ja mikä on opasteen kuvion korkeus. Tämän jälkeen voidaan laskea poistumisopasteen katseluetaisyys seuraavan yhtälön 1 avulla:

$$d = p * s \quad (1)$$

$d$  on katseluetaisyys,

$p$  on kilven kuvion korkeus ja

$s$  on vakio, jonka arvo on 100 ulkopuolelta valaistuilla kilvillä ja 200 sisäpuolelta valaistuilla kilvillä. [2, s. 10.]

ESC 20 -mallisen (ks. edell. s.) poistumisreittiopasteen katseluetaisyys voidaan laskea käyttämällä edellä mainittua kaavaa 1:

$$d = 200 * 129 \text{ mm} = 25\,800 \text{ mm} = 25,8 \text{ m}$$

Kuvion korkeus  $p$  (129 mm) saatiin ESC 20 -poistumisreittiopasteen teknisistä tiedoista. Samoissa tiedoissa kerrotaan kyseisen mallin katseluetaisyyden olevan maksimissaan 26 metriä, joten annettu arvo on ilmoitettu oikein. [5.]

#### 4.5 Poistumisreittivalaisimen esimerkkimalli

Poistumisreittivalaisimien tarkoituksena on valaista poistumisreitti riittävän hyvin ja saattaa käyttäjät turvallisesti ulos rakennuksesta. Suurimmat suunnitteluun vaikuttavat erot poistumisreittivalaisimilla ovat niiden erilaiset valonjaot, eli miten valaisin tuottaa valoa ympäristöön, ja mitkä ovat valaisimen valotehokkuudet, eli valolähteen tuottama valovirta kulutettua sähkötehoa kohti.

Toisin kuin poistumisopasteet, poistumisreittivalaisimet eivät ole aina päällä. Tämä vähentää huoltokustannuksia ja pidentää käyttöikää, mutta vaikeuttaa rikkinäisten poistumisreittivalaisimien havaitsemista. Poistumisreittivalaisimia varten on suunniteltu erilaisia tukevia järjestelmiä (ks. 6.3), joiden avulla voidaan helpottaa rikkinäisten valaisimien huoltotoimenpiteitä.

Kuvassa 6 esitetään pinta-asennettava poistumisreittivalaisin, joka soveltuu hyvin käytäville, koska se valaisee käytävää pitkin, eikä symmetrisesti alaspäin. Tämän mallin poistumisreittivalaisin voidaan asentaa poistumisieopasteiden kanssa samaan ryhmäjohtoon, mikä helpottaa asennuksia ja pienentää asennuskustannuksia. IP20-luokituksellinen valaisin asennetaan puhtaisiin ja kuiviin sisätiloihin. Kuvassa näkyy myös aikaisemmin esitelty standardit (ks. s.12), mitkä kyseinen malli täyttää.



Kuva 6. Teknoware TWT78/TWTS78, käytävälle suunniteltu poistumisreittivalaisin [6, s 1]

Kuvassa 6 on esitetty poistumisreittivalaisin, johon on saatavilla turvavalaistusta tukevia järjestelmiä kuten Escap-, Aalto Control-, Lumi Test -järjestelmä ja poistumisopasteessakin (ks. s. 12) oleva Intelligent Controller (IC) -ohjelma (ks. 6.3.4). Tukevien järjestelmien saatavuus vaihtelee valmistaja- ja mallikohtaisesti, ja usein eri valmistajien järjestelmät eivät ole yhteensopivia. [6.]

## 5 Palonkestoisuus

Standardien mukaan turvavalaistuksen tulee kestää vähintään 60 minuuttia paloa. Tätä varten on suunniteltu palonkestäviä kaapeleita ja johtoteitä [3, s. 6].

## 5.1 Palonkestävät kaapelit

Palonkestäviä kaapeleita on monia erilaisia, ja niille on olemassa useita standardeja. Tässä insinöörityössä otetaan esiin vain yksi esimerkki mineraalieristeisestä kaapelista.

Turvavalaistukseen tulee valita palonkestävä kaapeli. Kaapeleiden poikkipinnan tulee olla vähintään  $1,5 \text{ mm}^2$ :ä, mutta tilanteen vaatiessa sen poikkipinta-alaa tulee kasvat-  
taa niin, että jännitteen alenema ei kasva liian suureksi. Usein laitevalmistajat suositte-  
levatkin kaapelin poikkipinnaksi  $2,5 \text{ mm}^2$ :ä. Kaapeleita valittaessa on myös hyvä huo-  
mioida, että palonkestävät kaapelit muodostavat 5 - 20 % enemmän palokuormaa, kuin  
vastaavat PVC-vaippaiset palokaapelit. [7, s. 2; 3, s. 6, 8.]

Palonkestävien kaapeleiden ominaisuudet esitetään usein lyhenteillä. Näiden avulla  
voidaan helpottaa palonkestävien kaapeleiden valintaprosessia (taulukko 2):

Taulukko 2. Palonkestävien kaapeleiden termit ja lyhenteet [7, s. 7].

Lyhenne ja englanninkielinen nimitys	Merkitys
Flame retardant, (FR)	itsestään sammuva
Low-smoke. LS	vähäinen savunmuodostus
Halogen free, HF, Zero halogen, ZH tai OH	halogeeniton
LSF - Low Smoke and Flume	vähäinen savunmuodostus ja vähäinen halogeenipi- toisuus (ei täysin halogeeniton)
Fire resistant, FR	palotilanteessa toimiva ("palonkestävä")

Turvavalaistusjärjestelmissä voidaan käyttää kuparista FRHF-MMJ -kaapelia (kuva 7).  
Kaapelin nimestä voidaan päätellä, että FRHF-MMJ on palonkestävä ja halogeeniva-  
paa kaapeli. Kaapelin johtimen ympärille on kierretty mineraalinauha, joka estää kaa-  
pelin oikosulun palon aikana. [8, s. 1.]



Kuva 7. Drakan FRHF-MMJ palonkestävä kaapeli [8]

Saneerauskohteissa on hyvä huomioida, että palosuojaus voidaan myös toteuttaa rakenteellisilla koteloinneilla, joiden avulla säilytetään mekaaninen suojaus ja palosuojaus. Tämä tapa voi olla kalliimpi, mutta jossain tilanteissa välttämätön toimintatapa palosuojauksen saamiseksi. [9, s. 9.]

Standardit ottavat kantaa, milloin kaapelointi tulee olla palonkestävää. Seuraavaa lainausta voidaan tulkita monella eri tavalla ja sitä on syytä tarkastella tarkemmin.

Palo-osaston sisällä valaisimien syöttöön pitää käyttää palonkestäviä johtojärjestelmiä. Vaihtoehtoisesti palo-osastoissa, joissa on useita poistumisvalaisimia, valaisimet voidaan johdottaa vähintään kahdesta erillisestä ryhmästä siten, että poistumisreitin valaistus säilyy myös yhden piirin vioituessa. [9, s. 10].

Standardit eivät vaadi, että kaikkia asennuksia tarvitsisi suorittaa palonkestävällä kaapeloinnilla. Palo-osaston sisällä voidaan asentaa turvavalaisimia, esimerkiksi palosuojaamattomalla MMJ-johdolla vain, mikäli palo-osastoa syöttää kaksi erillistä ryhmää, eikä syöttö jatku palo-osastolta seuraavalle palo-osastolle. Mikäli tällaisessa tilanteessa toinen syötöistä vikaantuu, toinen syöttö jää toimivaksi. Palosuojaamattomia asennuksia ei saa käyttää silloin, kun syöttö kulkee jonkin muun palo-osaston läpi seuraavaan palo-osastoon. Näin ollen ainoastaan huone, missä turvavalistuskeskus sijaitsee, voidaan kaapeloida palosuojaamattomalla MMJ-johdolla. On kuitenkin hyvän suunnittelutavan mukaista, että ryhmien syöttö toteutetaan palonkestävällä kaapeloinnilla palo-alueista riippumatta. Tämä lisää turvallisuutta ja turvavalistusjärjestelmän toimivuutta. [3, s. 8.].

Jos turvavalaisin sijaitsee muualla kuin turvavalokeskushuoneessa, kaapelointi on toteutettava palonkestävällä kaapeloinnilla. Kuvan 8 (ks. seur. s.) poistumisopasteen runkokaapelointi on toteutettu palonkestävällä kaapelilla ja poistumisreittiopasteen viereen on asennettu palonkestävä jakorasia asianmukaisesti, mutta rasialta on poistumisopaste johdotettu palosuojaamattomalla johdolla. Jos palo-osastoiden välille ei ole asennettu mahdollisia oikosulkuerottimia, palon sattuessa kuvassa valkoisella näkyvä kaapeli sulaa ja voi aiheuttaa oikosulun, joka sammuttaa kaikki samassa ryhmässä olevat turvavalaisimet.



Kuva 8. Poistumisreittiopaste kytkettynä palosuojaamattomalla kaapelilla

Kuvassa 8 on esitetty poistumisopaste, jonka kaapelointi on uusimpien standardien mukaan suoritettu virheellisesti. Koska rakennus on rakennettu ennen kuin standardit olivat tiukempia, oli tämän tyyppinen kaapelointi sallittua.

## 5.2 Palonkestävät johtotiet

Suunnittelussa tulee valita turvavalaistukselle palonkestävät johtotiet käyttötarkoituksen mukaan. Kaapelihyllyjen tulee kestää vähintään 60 minuuttia paloa.

Palonkestävän kaapelihyllyn kuormitus ja kannakointiväli on huomattavasti pienempi kuin tavanomaisessa asennuksessa. Hyllyn rajoitettu kuormitus lisää kustannuksia, mutta vähentää kaapeleille syntyvää palokuormaa, koska kaapelihyllylle ei voi asentaa niin suuria määriä kaapeleita. Lisäksi pienemmällä kannakointivälillä kaapelihylly pysyy paremmin paikallaan palon aikana.

Samalle kaapelihyllylle voidaan asentaa palonkestävien kaapeleiden lisäksi muita kaapeleita, mutta ne tulee erottaa toisistaan erotuslevyn avulla. Erotuslevyn käyttöä tulee suosia myöhempien asennuksien varalta. Jos palonkestävälle kaapelihyllylle asennetaan palosuojaamattomia kaapeleita, ne lisäävät kaapelihyllyn palokuormaa, jolloin palotilanteessa kaapelihylly altistuu suuremmalle rasitukselle.



Suunnitellessa palonkestäviä johtoteitä kaapelihyllyjen lämpölaajeneminen on otettava huomioon. Esimerkiksi 100 metriä pitkä teräshylly laajenee 40 °C:n lämpötilamuutoksesta 0,5 metriä. Ääripään 1 000 °C:n lämpötilaero aiheuttaa hyllyyn 1,2 metrin lämpölaajenemisen. Mikäli hylly laajenee 1,2 metriä, päissä olevien kannakkeiden liitännäkohdat voivat siirtyä palon aikana jopa 60 cm:ä. Jos kannakkeet on asennettu liikkumattomaksi, on vaarana, että ne pettävät, ja kaapelihylly putoaa alas palon aikana. [10, s. 18 - 19.]

Jos palonkestävien kaapelihyllyjen lämpölaajeneminen halutaan välttää, palonkestävät kaapelihyllyt voidaan korvata kaapelikiinnikkeillä (kuva 9). Tässä tapauksessa ei tapahdu lämpölaajenemista samalla tavoin kuin yllä mainitussa esimerkissä.



Kuva 9. OBO Bettermann, kaapelikiinnikkeillä ripustetut palonkestävät kaapelit

Kuvassa 9 on esitetty ratkaisu, joka on toimiva myös ahtaissa tiloissa, missä palonkestävälle kaapelihyllylle ei ole tarpeeksi tilaa. Kuvan tapauksessa tulee ottaa huomioon, että kaapelikiinnikkeet eivät tue kaapelia samalla tavalla kuin kaapelihyllyt.

## 6 Turvavalaistusjärjestelmien sähkönsyöttö

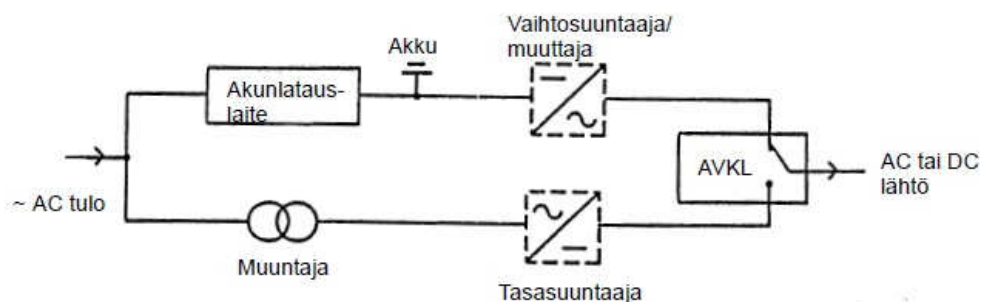
Ennen kuin rakennuksen turvavalaistusta lähdetään suunnittelemaan, tulee päättää, millä tavalla turvavalaistuksen sähkönsyöttö tullaan toteuttamaan. Turvavalaistusjärjestelmien sähkönsyöttö on mahdollista toteuttaa kahdella eri tavalla: keskusakustojärjestelmällä, jossa iso akusto sijaitsee turvallisessa paikassa, jota kutsutaan keskitetyksi turvavalaistusjärjestelmäksi tai hajautetulla

turvavalaistusjärjestelmällä, jossa akku sijaitsee turvavalaisimessa. Näissä on myös erijännitteisiä järjestelmiä ja erilaisia tehonsyöttötapoja.

Yleensä määritellään kaksi eri tehonsyötön toimintatapaa: vaihtokytkentäinen toimintatapa ja keskeytymätön toimintatapa. Peruseron muodostaa vasteaika (vaihtokytkentäaika). Vaihtokytkentäisessä toimintatavassa vasteajan on oltava korkeintaan 0,5 sekuntia, kun taas keskeytymättömässä toimintatavassa syöttö on jatkuvaa, jolloin sillä ei ole luonteensa mukaisesti vasteaikaa. [11, s. 10.]

## 6.1 Vaihtokytkentäinen tehonsyöttötapa

Vaihtokytkentäisessä tehonsyöttötavassa turvavalaistuksen syöttö tapahtuu suoraan järjestelmästä (kuva 10). Sähkökatkoksen sattuessa automaattisessa vaihtokytkentälaitteessa (AVKL) oleva jännitteen valvontalaite siirtää syötön akulle. Ohjauksella varustetut akunlatauslaitteet huolehtivat akun latauksesta ja ylläpitolatauksesta. [11, s. 10.]



**Kuva 10. Vaihtokytkentäinen tehonsyöttötapa [11, s. 10]**

Kuvassa 10 on esitetty vaihtokytkentäinen tehonsyöttötapa. Kuvan mukaisessa järjestelmässä sähkönsyötön hetkellinen katkeaminen ei vaikuta oleellisesti turvavalaistusjärjestelmän toimintaan tai sen käyttöön, eikä sitä ole kielletty standardeissa. Standardit vain velvoittavat turvavalaistuksen saavuttamaan määritellyn valaistustason rajatussa ajassa sähkökatkosta. Kuvan mukaisessa tilanteessa joudutaan käyttämään palosuojattuja kaapeleita turvavalokeskukselta turvalolalle, koska akusto ei sijaitse turvalolaisimessa.

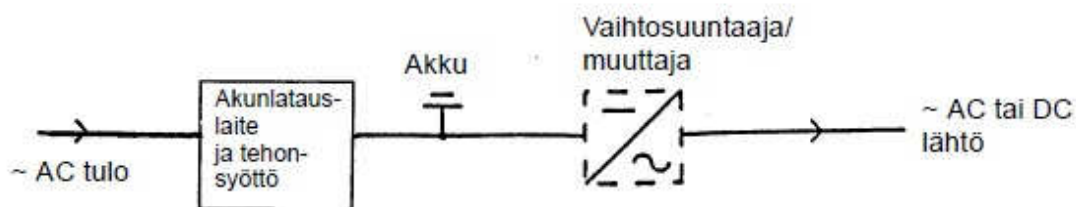
Kuvassa 10 (ks. edell. s.) esitetty tehonsyöttötapa on todettu hyväksi isoissa kohteissa, jossa on suuria turvalaistussysteemejä. ST-käsikirja 20 erittelee keskitetyn sähkönsyöttötavan vahvuuksia, joita ovat

- investointikustannukset
- käyttökustannukset
- huoltokustannukset ja järjestelmällisyys
- tehon ja hinnan suhde
- sähkön laatu
- suojauksen selektiivisyys.

Keskitetyn syöttöjärjestelmään liittyy aina suuremmat riskit kuin hajautettuun syöttöjärjestelmään. Häiriön sattuessa vahingot ovat laajemmat ja voivat vaikuttaa myös muihin järjestelmiin. Joissain tapauksissa nämä riskit tulee ottaa huomioon, esimerkiksi sairaaloissa ja hoitolaitoksissa. [12, s. 43.]

## 6.2 Keskeytymätön tehonsyöttö

Keskeytymättömässä tehonsyötössä latauslaite syöttää turvalaistinta ja ohjauksella varustettua akun latausta ja/tai ylläpitolatausta (kuva 11). Tätä tehonsyöttötapaa kutsutaan hajautetuksi järjestelmäksi. [11, s. 12.]



Kuva 11. Keskeytymätön tehonsyöttötapa [11, s. 12]

Keskeytymättömällä tehonsyöttöjärjestelmällä ei tarvita palosuojattuja kaapeleita ja johtoteitä turvalokeskuksen ja turvalaistimen välille, jos akusto ja mahdollinen

muuntaja sijaitsevat turvavalossa. ST-käsikirja 20 luettelee hajautetun sähkönsyöttö-tavan vahvuuksia, joita ovat

- tärkeysluokkien mukaan varmentaminen
- hyvä muunneltavuus
- investointien porrastaminen
- ei pitkiä ryhmäjohtoja tai jännitteenalenemaa
- ei häiritse sähköisesti herkkien laitteiden akustoja (vrt. keskusakusto)
- huoltotoimenpiteet eivät vaikuta muihin keskusakuston takana oleviin järjestelmiin.

Tehonsyöttöjärjestelmän valintaan vaikuttaa monia eri asioita, eikä niiden keskinäisen paremmuuden arviointiin ole yksiselitteistä ratkaisua. Joissakin suurissa kohteissa on järkevämpää toteuttaa turvavalaistus hajautetulla järjestelmällä, jotta saadaan toimivampi ja varmempi turvavalaistusjärjestelmä. [12, s. 43.]

### 6.3 Turvavalaistusta tukevat järjestelmät

Suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon turvavalaistusta tukevat järjestelmät. Turvavalaistusjärjestelmiin on saatavilla erilaisia ohjelmia ja järjestelmiä, jotka helpottavat järjestelmien suunnittelua, asennuksia tai alentavat huoltokustannuksia.

Jotkin järjestelmät voivat paikantaa yksittäisen vikaantuvan valaistuslähden ja sytyttää tälle alueelle turvavalaistuksen. Joissakin järjestelmissä on mahdollisuus liittää paloilmaisimia samaan järjestelmään yhdessä turvavalaistuksen kanssa. Esimerkiksi Neptolux tarjoaa tämän kaltaista järjestelmää. On myös jonkin asteisia järjestelmiä, joissa turvavalaisimet lähettävät omasta tilasta tietoja ohjelmalle ja kertovat, jos akun jännite on laskemassa alle sallitun rajan. Eri valmistajilla järjestelmien nimet ja ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon. Suunnittelijan tulee ottaa selvää, mitä tukevia erilaisia järjestelmiä kohteessa voitaisiin käyttää.

### 6.3.1 ESCAP-järjestelmä

ESCAP-järjestelmä korvaa hajautetussa järjestelmässä olevien turvavalaisimien akut osittain kondensaattoritekniikalla. LED- ja kondensaattoritekniikalla saadaan aikaiseksi standardien hyväksymä toiminta-aika ja huoltovälit pitenevät jopa yli kymmeneen vuoteen, mikä vähentää huoltokustannuksia ja helpottaa huoltotoimenpiteitä. On huomiotava, että pitkät huoltovälit eivät takaa täyttä huoltovapautta ja ne lisäävät järjestelmän vikaantumisen riskiä.

### 6.3.2 Lumitest-järjestelmä

Lumitest-järjestelmällä varustetut turvavalaisimet valvovat toimivuuttaan ja ilmaisevat vikatilanteet punaisella ja vihreällä LED:llä. Tämä järjestelmä helpottaa hajautetun järjestelmän huoltotoimenpiteitä.

### 6.3.3 Aalto Control -järjestelmä

Aalto Control -järjestelmällä saadaan aikaan langaton valvonta hajautetussa järjestelmässä. Järjestelmä ei vaadi lisäkaapeleita, ja kaikki hajautetun järjestelmän edut säilyvät. Aalto Control -järjestelmän turvavalaisimet sisältävät myös Lumitest-järjestelmän.

### 6.3.4 Intelligent Controller (IC) -ohjelma

Intelligent Controller -tietokoneohjelmalla voidaan sytyttää tai sammuttaa yksittäisiä osoitteellisia turvavalaisimia ja sitä voidaan käyttää niin jatkuvilla kuin ajoittain toimivilla valaisimilla. Ohjelmalla voidaan myös valita, mitkä turvavalaisimet syttyvät päälle katkon aikana, mikä mahdollistaa suuren määrän turvavalaistusvariaatioita.

## 6.4 Akusto

Akuston täytyy syöttää erilaisten järjestelmien tarvitsema tehon määrä katkon aikana. Kuvan 12 (ks. seur. s) akusto syöttää suuren parkkihallin katkon aikana toimivia turvavalaisimia ja muita turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä kuten palo-ovia ja savunpoistojärjestelmiä.



Kuva 12. Parkkihallin akusto

Kuvassa 12 on esitelty akusto, joka on asennettu irti maasta jousitettuihin kannakkeisiin, jotta se ei häiriintyisi tärinästä tai mahdollisista räjähdyksistä. Usein turvavalaistusjärjestelmien sähkökatkon aikana tarvitsema teho syötetään erillisestä turvavalokeskuksen akkujärjestelmästä, mikä parantaa järjestelmän luotettavuutta (ks. seur. s.). On myös sovelluksia, missä turvavalaistus on syötetty keskusakustosta (kuva 12), mutta tästä käytännöstä on nykyään luovuttu, jotta saataisiin toimivampi ja turvallisempi turvavalaistusjärjestelmä.

Turvavalaistuksen akusto tulee mitoittaa niin, että turvavalaistus on toiminnallinen vähintään 60 minuutin ajan. Jos poistumisreitit ovat pitkät tai tavanomaisesta poikkeavia, on perusteltua kasvattaa akuston toiminnallista aikaa. Jos turvavalaistuksen vaatima teho syötetään yhteisestä akustosta, se tulee mitoittaa tarpeeksi suureksi, että 60 minuutin käyttöaika täyttyy, eivätkä muut järjestelmät pura akuston varausta loppuun. [10, s. 4.]

Akuston kannalta ongelmallisia tilanteita ovat tulipaloja edeltävät sähkökatkot. Pitkän sähkökatkon aikana turvavalaisimet jäävät toimintaan ja purkavat näin varauksensa. Jos tulipalo syttyy varauksettomilla akustoilla, eivät turvavalaisimet toimi halutulla tavalla, ja käyttäjien turvallisuus vaarantuu. Kuitenkaan tähän ongelmaan ei ole kuitenkaan kehitetty vielä ratkaisua. Vaihtoehtona voisi olla erillinen oma akusto, jonka varausta käytetään vain silloin, kun palotilanne tapahtuu sähkökatkon jälkeen.

## 7 Turvalokeskus

Turvalaisimet tarvitsevat erillisen turvalokeskuksen, jossa sijaitsevat järjestelmän akustot ja hallintalaitteet (kuva 13). Turvalokeskus toimii normaalitilanteessa 230 V:n jännitteellä ylläpitäen akuston varausta ja syöttäen jatkuvatoimisia turvalaistusryhmiä 24 V:n tai 230 V:n jännitteellä. Verkkojännitteen katketessa tai laskiessa alle 160 V:n kytkeytyy keskus akkukäytölle, jolloin ajoittain toimiviin turvalaistusryhmiin kytkeytyy 24 V:n tai 230 V:n jännite, ja jatkuvatoimisten turvalaistusryhmien jännitesyöttö vaihtuu sen tarvitsemalle jännitteelle. Akkusyöttö toimii niin kauan, kuin verkkojännite on poissa päältä tai akkujännite on alentunut syväpurkausrajalle. [13, s. 3.]

Kuvassa 13 esitetään Teknowaren TKT65XXC-malliset turvalokeskukset, jotka sisältävät oman akuston ja 16 turvalaistusrähtöä. Akusto sijaitsee turvalokeskuksen alla, joka on mitoitettu syöttämään tarpeeksi tehoa, jotta turvalaisimien toiminta-aika täyttäisi vaaditut standardit.



Kuva 13. Parkkihallin turvalokeskukset

Yhden suuren keskuksen käyttäminen on riskialttiimpaa kuin kahden pienemmän keskuksen, ja siksi kuvan 13 (ks. edell. s.) tilanteessa on päädytty kahteen pienempään keskukseen. Keskukset olisi voitu sijoittaa eri puolille rakennusta, mutta turvallisten tilojen vähäisyyden vuoksi turvavalokeskukset on sijoitettu samaan huoneeseen. Kuvan turvavalokeskukset on asennettu jousitettujen kannakkeiden varaan aikaisemmin esitetyistä syistä, kuten kuvan 12 (s. 23) akuston tapauksessa.

### 7.1 Alijänniterele

Ryhmäkeskuksissa sijaitseva alijänniterele valvoo keskuksen jännitettä. Jännitteen laskiessa alle annetun arvon, se ilmoittaa alenemasta turvavalokeskukselle, jolloin turvavalokeskus sytyttää turvavalaisimet vian alueelle. Koska alijänniterele ottaa mittausarvonsa ryhmäkeskuksen kiskostosta tai sen nousujohdosta, se ei huomaa, jos yksittäinen valaistuslähtö vikaantuu. Tämä johtaa tilanteeseen, missä yksittäinen valaistuslähtö vikaantuu, mutta turvavalaisimet eivät syty. Vaikka jokaisen valaistuslähtöön voitaisiinkin asentaa oma alijänniterele, tulisi tämä liian kalliiksi, joten käytännössä on päädytty pelkkään keskuskohtaiseen alijännitereleeseen.

### 7.2 Tilavahti®

Edellä esitettyyn ongelmaan (ks. 7.1) on myös keksitty ratkaisu. Teknoware valmistaa Tilavahti® -nimisiä lisälaitteita, joiden avulla saadaan kaksi merkittävää etua: turvalaistus kytkeytyy päälle sen ryhmäkeskuksen alueella, jonka normaalivalaistuksen sähkönsyöttöön tulee häiriö. Lisäksi ajoittain- ja jatkuvatoimiset turvavalaisimet voidaan kytkeä samaan ryhmäkaapeliin.

Mikäli yhden normaalissa syötössä olevan valaisinryhmän syöttö katkeaa, niin Tilavahti® välittää tiedon turvavalokeskukselle, joka sytyttää alueen turvalaistuksen. Kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö palautuu, niin turvavalaisimet toimivat vielä noin 20 sekunnin ajan, minkä jälkeen ne sammuvat automaattisesti. Esimerkiksi sairaaloissa tämä on todettu toimivaksi ja varmaksi järjestelmäksi. [14, s. 1.]



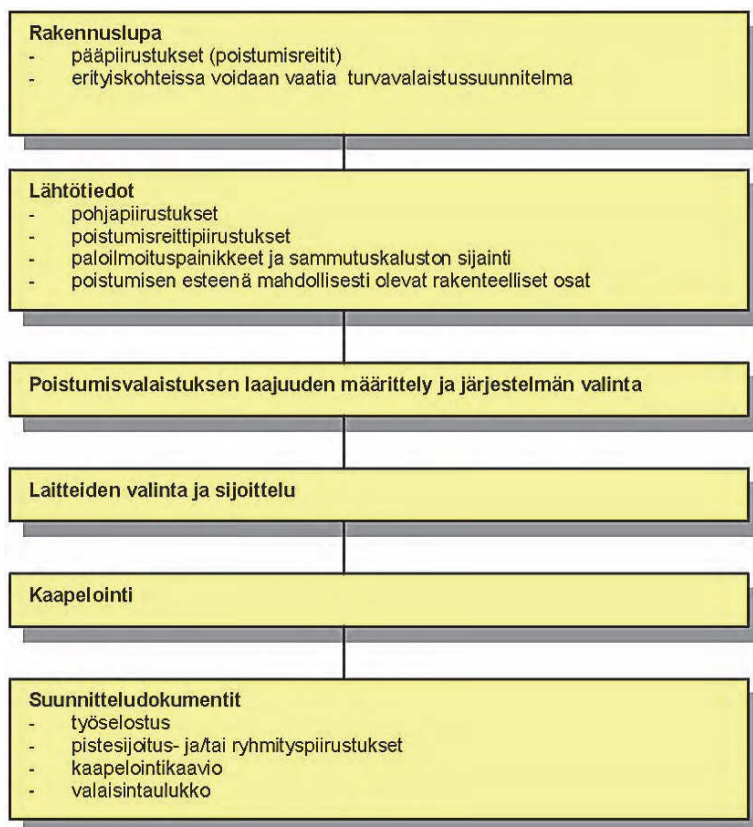
### 7.3 Turvalokeskuksen huoltotoimenpiteet

Turvalokeskuksille pitää suorittaa aika ajoin huoltotoimenpiteitä ja toiminnantestauksia, jota varten kuvan 13 (ks. s. 24) turvalaistuskokkeksen testauspainike on sijoitettu etupaneeliin. Keskuksen toimintakunnossa pysyminen on varmistettava sisäasianministeriön asetuksen 805/2005 mukaisesti säännöllisellä kunnossapidolla ja sille on laadittava oma kunnossapitosuunnitelmalla. [13, s. 7.]

## 8 Turvalaistuksen suunnittelu

### 8.1 Turvalaistussuunnittelun lähtökohdat

Kuvassa 14 esitetään poistumisvalaistuksen suunnittelun kulku. Rakennuslupavaiheessa arkkitehti määrittelee uloskäytävät, poistumisreitit ja erityiskohteet ja esittää ne pääpiirustuksissa. Myös paloviranomainen voi ottaa kantaa poistumisreitissuunnitelman laadintaan.



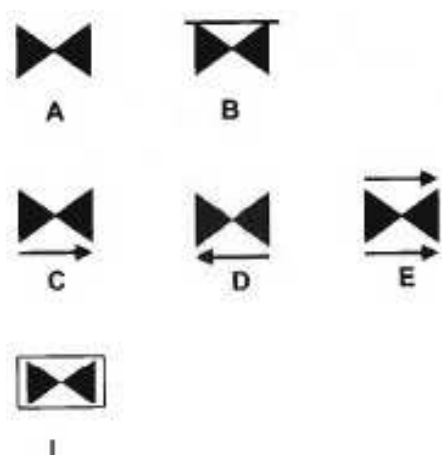
Kuva 14. Suunnittelun kulku [1, s. 56]

Kuvasta 14 (ks. edell. s.) nähtiin, että turvavalaistuksen suunnittelun lähtötietona käytetään pääsuunnittelijan laatimia piirustuksia, joihin poistumisreitit on merkitty. On myös tärkeää, että piirustuksiin on merkitty palo-osastojen rajat. Lisäksi tarvitaan tiedot paloilmoinpainikkeiden, alkusammutuskaluston ja ensiapupisteiden sijoituspaikoista, sekä kaikkien sellaisten rakenteellisten osien sijaintipaikoista, jotka voivat muodostaa esteen poistumiselle. Kulunvalvontajärjestelmät ja aikaohjelmalla lukittuvat ovet eivät saa estää turvallista poistumista rakennuksesta.

Poistumisvalaistuksen suunnittelun laajuus rajoittuu urakan mukaan, ellei toisin mainita. Saneerauskohteita suunnitellessa uuden järjestelmän valinnassa tulee ottaa huomioon nykyinen järjestelmä ja sen mahdolliset puutteet. Kaikkien turvavalaisimien uusimista suositetaan, vaikka rakennus saneerattaisiin vain osin. Jotta asia voitaisiin ratkaista ongelmitta, tulee suunnittelijan heti suunnittelun alkuvaiheessa keskustella asiasta rakennuttajan kanssa. Loppuvaiheessa, kun laitteiden valinnat, sijoittelu ja kaapeloinnit on suunniteltu, tulee laatia suunnitteludokumentit (ks. 14). [1, s. 55.]

## 8.2 Poistumisopasteiden symbolit

Piirustuksissa kuvataan turvavalaisimien sijoituspaikat ja niiden väliset kaapeloinnit. Poistumisopasteet tulee merkitä piirustuksiin kuvan 15 mukaisilla symboleilla. Poistumisopasteiden symboleilla indikoidaan pääosin asennustapa, katselusuunta tai järjestelmä.



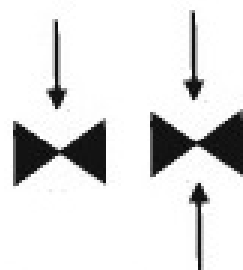
Kuva 15. Poistumisopasteiden symboleja [lähde 1, s. 64 mukailen]

Kuvassa 15 (ks. edell. s.) on esitelty poistumisopasteiden symbolit, jotka tarkoittavat seuraavaa:

- A. Kattoasennettava opasvalaisin.
- B. Seinäasennettava opasvalaisin.
- C. Oikealle osoittava opasvalaisin.
- D. Vasemmalle osoittava opasvalaisin.
- E. Kaksipuolinen opasvalaisin, kuvasymbolien suuntanuolet oikealle/vasemmalle.
- I. Omalla virtälähteellä varustettu kattoon asennettava opasvalaisin.

[1, s. 64.]

Käyttöön on vakiintunut kuvan 16 symboli, joka täydentää kuvan 15 (ks. edell. s.) symbolia A. Kuvan 16 symboleissa tulee paremmin ilmi, mistä suunnasta poistumisopastetta tulee katsella.

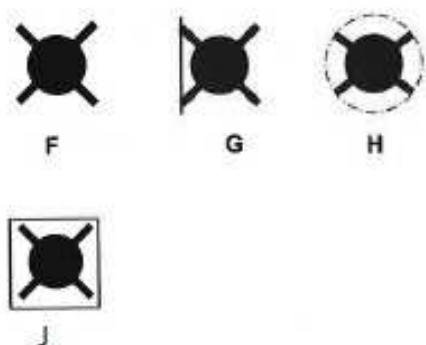


**Kuva 16. Poistumistieopasteen katselusuunta suoraan eteenpäin ja kahteen suuntaan**

Tasopiirustuksia tehdessä tulee kiinnittää erityistä huomiota oikean symbolin valintaan ja sijoitukseen. Tärkeintä on, että katselusuunta osoittaa oikeaan suuntaan, ja opasvalaisimet sijoitetaan niiden asennustavan mukaan oikealle paikalle.

### 8.3 Poistumisreittivalaisimien symbolit

Poistumisreittivalaisimet tulee merkitä piirustuksiin standardien mukaisilla symboleilla. Kuvassa 17 (ks. seur. s) esitetään poistumisreittivalaisimien symboleja. Symbolilla esitetään pääosin poistumisreittivalaisimen asennustapa tai järjestelmä.



Kuva 17. Poistumisreittivalaisimien symboleja [lähdettä 1, s. 64 mukailleen]

Kuvassa 17 on esitetty suunnittelussa käytettäviä poistumisreittivalaisimien symboleja, joiden avulla pystytään esittämään poistumisreittivalaistuksen pistesijoitus suunnitelma. Nämä merkit tarkoittavat seuraavaa:

- F. Pinta-asennettava poistumisreittivalaisin.
- G. Seinään asennettava poistumisreittivalaisin.
- H. Uppoasennettava poistumisreittivalaisin.
- J. Omalla virtalähteellä varustettu kattoon asennettava poistumisreittivalaisin.

[1, s. 64.]

Suunnittelija voi myös käyttää edellä esitetyistä poikkeavia opas- tai poistumisreittivalaisimien symboleja harkinnan mukaan. Tärkeintä on, että symbolin asennustapa ja käyttötarkoitus käy asentajalle helposti selväksi. Tasopiirustuksissa epäselvän symbolin käyttäminen voi kuitenkin johtaa vääränlaiseen tulkintaan ja symbolin valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

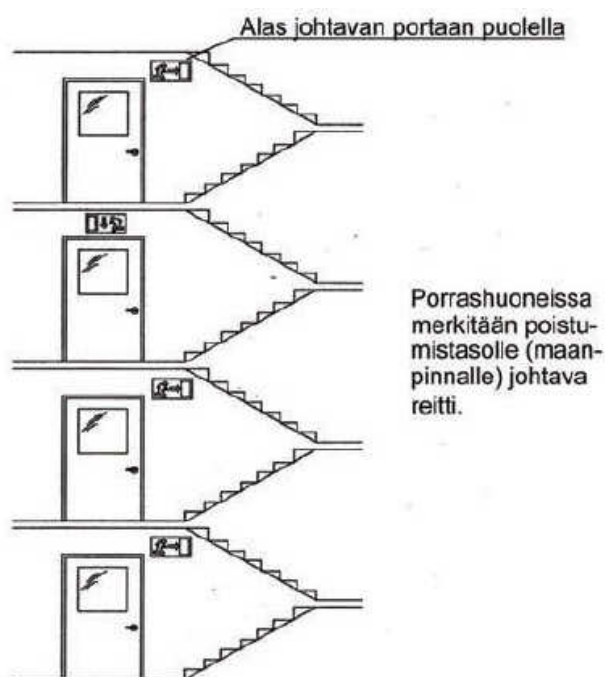
## 9 Poistumisopasteiden valinta ja sijoitusperiaate

Poistumisopasteiden valintaan vaikuttaa pääosin niiden käyttötarkoitus, ja suunnittelussa on erityisesti huomioitava opasteiden mallikohtaiset ominaisuudet. Esimerkiksi opasteet, jotka omaavat alavalon osuuden, on hyvä sijoittaa poistumisreitit

risteyskohtiin. Yleensä suurtehoiset LED-opasteet alavalolla 2 - 2,5 metrin korkeuteen asennettuna toimivat näissä tilanteissa riittävän hyvin.

Poistumisopasteet suositetaan asennettavaksi vähintään 2 metrin korkeudelle lattiasta, jotta henkilön ja opasteen välisien näköesteiden määrä vähenisi. Jokaisen hätäpoistumiseen tarkoitetun uloskäytävän kohdalla ja pitkin kulkureittejä on oltava valaistut poistumisopasteet, jotka osoittavat selkeästi poistumisreitit turvalliseen paikkaan. Turvavalaisin on syytä asentaa muuhun korkoon, jos sen tielle tulee näkyvyyttä häiritseviä esteitä, kuten ilmanvaihtoputkia tai koneistoja. Joskus kaikkia mahdollisia esteitä ei pystytä ennakoimaan, jolloin sijoittelussa tulee olla hieman suunnitteluvaraa. [2, s. 6.]

Portaikoissa tulee miettiä tarkasti, mihin poistumisopaste sijoitetaan, koska vääränlainen sijoitus voi johtaa väärään tulkintaan. Kuvassa 18 esitetään, kuinka poistumisopasteet tulee sijoittaa rappukäytävissä.



Kuva 18. Portaikon poistumistieopasteiden sijoittelu [3, liite 1]

Kuvasta 18 huomattiin, että poistumisopaste on hyvä sijoittaa oven viereen, jos poistumisreitti kulkee portaiden kautta. Kun poistumisreitti kulkee ovesta seuraavaan tilaan, poistumisopaste tulee sijoittaa oven yläpuolelle alaspäin osoittavalla nuolella. Esimerkiksi kuvan 4 (ks. s. 11) opaste osoittaa selkeästi poistumisreitit suunnan, ja se on sijoitettu noin 1,5 metrin korkeuteen oven karmin oikealle puolelle, koska poistumistie

jatkuu rappukäytävää alaspäin. Näin asennettuna se osoittaa poistumistien suunnan selkeämmin kuin oven päälle sijoitettu poistumisopaste. On myös huomioitava, että savu saattaa estää poistumisopasteen näkymisen, jolloin opasteen sijoittamista aivan katon rajaan tulee välttää.

Kun poistumisopasteen malli on valittu, sen tuotetiedoista saadaan selville poistumisopasteen katseluetaisyudet. Kuvassa 19 esitetään TWT47XX-mallien katseluetaisyudet ja muut tärkeät tiedot.

#### CENTRALLY SUPPLIED LUMINAIRES

Product code	Viewing distance	Supply voltage	Input power	Light source	Operation mode	Temperature range	Electrical installation	Weight (kg)
TWT4741W	< 26 m	24 V AC/DC	2 VA / 2,5 W	LED	CBU	-30...+50°C	2 x 2,5 mm <sup>2</sup> -0-	0,8
TWT4751W	< 26 m	230 V AC/DC	8,2 VA / 3,9 W	LED	CBU	-30...+50°C	3 x 2,5 mm <sup>2</sup> -0-	0,9
TWT4751WK	< 26 m	230 V AC/DC	8,3 VA / 4,6 W	LED	CBU / C + IC	-30...+50°C	3 x 2,5 mm <sup>2</sup> -0-	1,2

Kuva 19. Teknowaren ESC 20 -mallin katseluetaisyudet [5, s. 2]

Kuvasta 19 saatiin selville, että TWT47XX-mallien katseluetaisyys on noin 26 metriä. Tämän mallin poistumisreititopasteiden välinen matka ei saa ylittää tätä matkaa. Seuraava poistumisopaste tulee myös nähdä edellisen poistumisopasteen kohdalta (poikkeuksena porrashuoneet).

Sijoittelussa tulee ottaa huomioon mahdollisesti myös asennustapa. Turvalaivalisimet tulisi tilanteesta riippumatta aina asentaa palonkestävälle pinnalle. Betonivaluun putkittu ja seinälle asennettu poistumisopaste pysyy palon aikana paikallaan parhaiten.

## 10 Poistumisreitivalaisimien valinta ja sijoitusperiaate

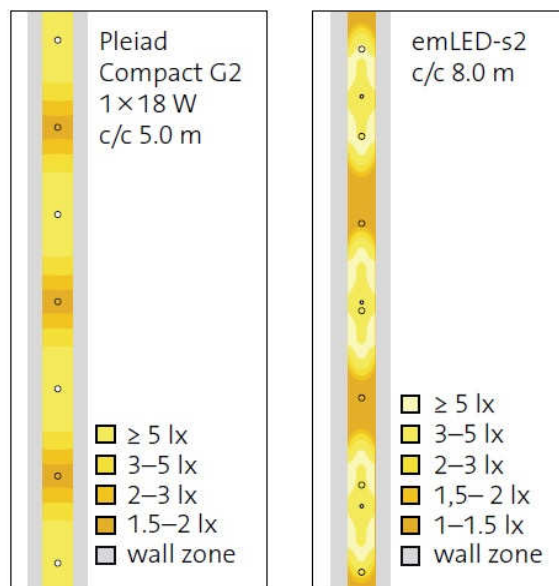
Poistumisreitivalaisimien valintaan vaikuttaa pääosin valaistavan tilan koko ja käyttötarkoitus. Kun opasvalaisimien mallit on määritetty, sijoitetaan tarvittavat poistumisreitivalaisimet. Poistumisreitit jaetaan kahteen kategoriaan: kapea ja leveä.

Kapea poistumisreitti on enintään 2 metriä leveä ja se vaatii vähintään 1 luksin valaistusvoimakkuuden poistumisreitien keskilinjalla. Puolet käytävän leveydestä olevalla vyöhykkeellä, eli keskivyöhykkeellä, valaistustason tulee olla vähintään puolet keskilinjan

valaistusvoimakkuudesta. Keskilinjalla alueen pienimmän ja keskiarvon valaistusvoimakkuuden arvon suhde saa olla enintään 40:1. Keskivyöhykkeen ulkopuolella valaistusvoimakkuudelle ei ole asetettu vaatimuksia. Poistumisreitien reunoilla olevia esteitä ei tarvitse ottaa huomioon, kunhan ne eivät muiden näkökohtien vuoksi ole määräysten vastaisia ja estä poistumisreitien käyttöä.

Leveitä poistumisreittejä on helpoin käsitellä useana enintään 2 metriä leveänä poistumisreitteinä. Jokaisen kapean poistumisreitien keskilinjalle vaaditaan 1 luksia, ja muualla aivan reunoja lukuun ottamatta vähintään puolet keskilinjan valaistusvoimakkuudesta. Leveä poistumisreitti voidaan myös käsitellä avoimena alueena, jolloin valaistus suunnitellaan avoimen alueen vaatimusten mukaan. Sen vähimmäisvalaistusvoimakkuus on 0,5 luksia, ja suurimman ja pienimmän valaistusvoimakkuuden suhteen, eli tasaisuussuhteen, tulee olla parempi kuin 40:1.

Kuvassa 20 esitetään esimerkki hyvästä poistumisreittivalaistuksesta. Tässä kuvassa on käytetty kahta eritehoista poistumisreittivalaisinta valaisemaan kapeaa ja leveää poistumisreittiä. Leveämmässä poistumisreitissä on käytetty tehokkaampaa valaisinta kuin kapeammassa poistumisreitissä.



Kuva 20. Kapea ja leveä poistumisreitti [15, s. 2]

Kuvasta 20 voitiin huomata, että valaisimet oli sijoitettu tasaisin välimatkoin antaen tasan valaistuksen poistumisreitille. Käytännön ohjeena on, että usealla pienellä turvavalaisimella saavutetaan parempi poistumisreittivalaistuksen tasaisuus, kuin harvaan

sijoitetuilla turvavalaisimilla. Molemmat poistumisreitit täyttivät vähimmäisvalaistusvoimakkuuden yhden luksin arvon. Kuvasta myös nähtiin, että keskivyöhykkeen valaistustaso oli riittävän korkea keskilinjan valaistusvoimakkuuteen nähden. [2, s. 8; 3, s. 6; 15, s. 2.]

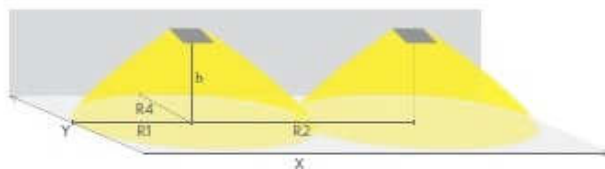
Poistumisreitivalaisimien sijoittelussa tulee ottaa huomioon niiden aiheuttama estohäikäisy. Standardit ottavat kantaa valaisimien valovoimaan ja niitä noudattamalla voidaan ennakoida estohäikäisyn tapahtumista. Yleisenä ohjeena voidaan pitää, että jos turvalot asennetaan mallien ohjeiden mukaisesti, ei suurta estohäikäisystä tapahdu. Lisäksi on syytä huomioida, että keilamaisen valonjaon omaavat poistumisreitivalaisimet voivat helpommin aiheuttaa häikäisyä.

Poistumisreitivalaisimien etäisyyteen vaikuttaa valotehokkuus, asennuskorkeus, ympärillä olevien materiaalien heijastuskertoimet, poistumisopasteet joissa on alavalon osuus ja poistumisreitivalaisimen valonjako. Kun hyväksi havaittu malli on valittu, sen tuotetiedoista saadaan selville valaisimen valonjako (kuva 21).

## VALONJAKOTAULUKOT

### Poistumisreitin turvavalistus (kattoasennus)

1 lux:n taulukko poistumisreitien keskilinjalla standardin EN 1838 mukaisesti.  
Mittaustaso 0,02 m, mittaukselliset akkukäyttöä.



R1 etäisyys seinästä X-suunta

R2 valaimien asennusväli X-suunta

R4 etäisyys seinästä Y-suunta

#### TWT7871W, TWT7851WK

Asennus- korkeus (m)	Valaisimen alla lux	R1 (m)	R2 (m)	R4 (m)
		1 lux	1 lux	1 lux
2,5	38	3,5	8	1
4	14	5,5	12	1
6	6	6	16	1
8	3	6,5	17	1

Kuva. 21 Teknowaren TWT7871W, TWT7851WK -mallien valonjakotaulukko [6, s. 2]

Kuvassa 21 on esitetty taulukko, josta saatiin selville, että asennuskorkeuden ollessa 2,5 - 4 metriä ja valaisimien etäisyyden ollessa 8 - 12 metriä, jää valaisimien väliin va-



laistusvoimakkuudeksi vähintään 1 luks. Ohjeeksi annetaan, että tavanomaisilla valaisintyypeillä 2,5 - 3 metrin asennuskorkeudella valaisinväli on 8 - 12 metriä.

Palotilanteessa syntyvä savu estää usein korkealla olevien poistumisreittivalaisimen valaisemisen, jolloin poistumisreittivalaistusta on tarkoituksenmukaista täydentää lattian läheisyyteen tai jopa lattialle. Tämä lisää kustannuksia, mutta parantaa turvallisuutta. Jos poistumisreiteillä sijaitsee sammutusvälineitä, tulee ne valaista asianmukaisesti. On myös syytä valaista mahdolliset vaaralliset portaikot tai askelmat. [3, s. 6].

## 11 Turvavalokeskuksen valinta ja sijoitusperiaate

Pääasiallisesti turvavalokeskuksen kokoon vaikuttaa tarvittavien ryhmien kappalemäärä. Valmistajat myyvät valmiiksi rakennettuja keskuspaketteja, jotka täyttävät vaaditut standardit, jolloin suunnittelijalle jää selvitettäväksi vain ryhmien lukumäärä. Ryhmien määrää laskiessa kannattaa ottaa huomioon, onko turvavalaisimet toteutettu normaalia tehokkaammilla valonlähteillä, koska se vaikuttaa myös ryhmien kokoon. On myös suositavaa, että turvavalolaistuksen kokoa ei kasvateta liikaa. Isot keskuksat voidaan jakaa useammaksi pieneksi keskuksaksi ja ne voidaan sijoittaa eri puolille rakennusta, mikä parantaa turvavalolaistuksen toimivuutta.

Turvavalokeskuksen sijoitteluun on hyvä kiinnittää erityistä huomiota heti suunnittelun alkuvaiheessa. Standardit suosittelevat keskuksen sijoittamista seuraavanlaiseen tilaan:

- Läheisten tilojen palokuorma on vähäinen.
- Tiloissa ei ole merkittävää vesivuotoriskiä.
- Mahdolliset ulkoseinät sijaitsevat siten, ettei ole välitöntä vaaraa esim. liikenteen aiheuttamasta ulkoisesta tekijästä.
- Tilat eivät ole läpikulkureiteillä.
- Tilojen kautta ei tapahdu läpikulkuliikennettä.
- Tiloihin ei asenneta muihin järjestelmiin kuuluvia laitteita.

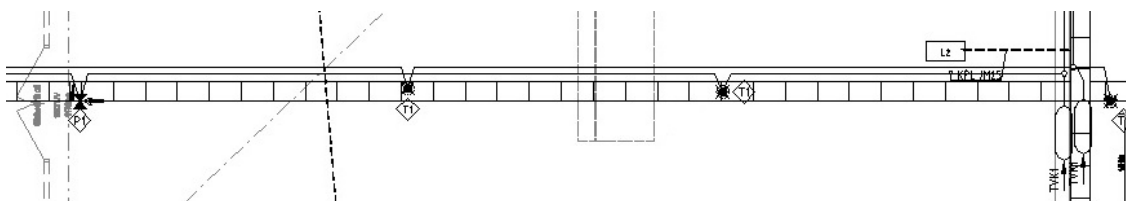
Jos turvavalokeskus joudutaan sijoittamaan riskialttiiseen tilaan, tulee se suojata asianmukaisin menetelmin. Keskusta hankkiessa tulee huomioida myös mahdolliset turvavalaistusta tukevat järjestelmät. Usein käyttäjän toiveena onkin, että turvavalaistuksessa käytettäisiin huoltotoimenpiteitä helpottavia järjestelmiä. Suunnittelijan tehtävänä on tuoda esiin rakennukseen sopivat apujärjestelmät ja mahdollisesti sisällyttää ne suunnitelmiinsa. [12, s. 122.]

## 12 Turvavalojen ryhmitys

Kun turvavalaisimien ja turvavalokeskuksen paikat on määritelty, ryhmittely voidaan aloittaa. Tulevissa esimerkeissä on käytetty keskitettyä järjestelmää. Jos käytetään hajautettua järjestelmää, niin kaapelointi turvavalokeskukselta opasteille ja valaisimille voidaan toteuttaa palosuojaamattomalla johtojärjestelmällä.

Liian pitkät ryhmäjohdot lisäävät syötön katkeamisen riskiä. Eri ohjeet antavat eri suosituksia ryhmien koosta ja syöttöjohdon pituudesta. Esimerkiksi SFS-EN 6000-5-56 antaa ryhmäkooksi 20 valaisinta ja ST 59.10 antaa ryhmäkooksi 15 valaisinta. Suurin ongelma pitkissä ryhmäjohdoissa on järjestelmän jännitteenalenema, jolloin valaisin ei toimi, kun jännite laskee liian pieneksi. Tämän ongelman välttämiseksi yleisenä suosituksena voidaan pitää, että ryhmät mitoitetaan 70 %:n maksimivirran mukaan pyrkien siihen, että yhdessä ryhmäjohtossa ei ole enempää kuin 15 valaisinta.

Standardit sallivat, että eri palo-osastoja valaistaan yhdellä ryhmällä, jos kaapelointi on palonkestävää. Turvallisuuden parantamiseksi on otettu käyttöön kahden palonkestävän kaapelin syöttötapa. Ketjutus tulisi toteuttaa siten, ettei samasta syöttöön liitetä kahta vierekkäin tai peräkkäin olevaa turvavalaisinta (kuva 22). [3, s. 8.; 9, s. 10.]



Kuva 22. Turvavalaistuksen ryhmitys

Kuvassa 22 on esitetty turvavalaisimien ryhmitysperiaate. Kuvasta nähtiin, että turvavalaistuturvavalaistusjärjestelmä oli ryhmitetty niin, että yhden ryhmäjohtoon vioittuessa

toinen ryhmä jää valaisemaan poistumisreittiä. Tällä tavoin saadaan mahdollisimman toimiva ja turvallinen poistumisreittivalaistus. Kuvassa näkyi myös turvavalokeskuksen (TVK) syöttö, ja se osoitti suunnan, mistä ryhmäjohtot tulivat. Symbolien vieressä näkyivät positiot, joiden avulla voidaan tunnistaa valaisimen malli. P1 on oven päälle sijoitettava, suoraan eteenpäin osoittava poistumisopaste. T1 on uppoasennettava poistumisreittivalaisin. Näiden turvavalaisimien järjestelmä salli niiden liittämisen samaan ryhmäjohtoon.

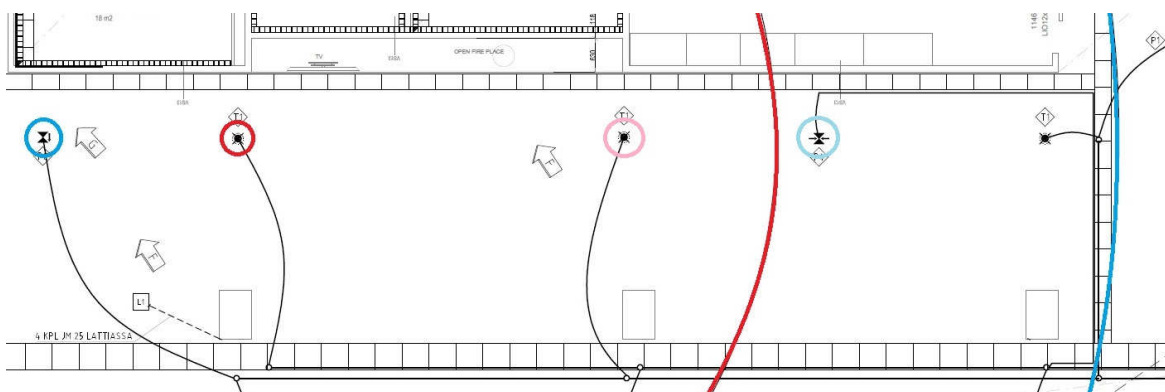
### 13 Turvavalaisimien sijoittelu piirustuksiin

Poistumisreittivalaisimet sijoitetaan enintään 8 - 12 metrin etäisyydelle toisistaan, jos tilan korkeutta ei tiedetä tarkalleen. Näin yleensä päästään hyvään poistumisreittivalaistusratkaisuun. Poistumisopasteet on hyvä sijoittaa alle 20 metrin päähän toisistaan, kun rakennuksen pohjaratkaisu on monimutkainen. Tällöin saadaan käyttäjäystävällisempi ratkaisu ja mahdollisten näköesteiden määrä vähenee. Jos pohjaratkaisu on yksinkertainen, esimerkiksi parkkihalleissa, voidaan poistumisopasteiden kokoa kasvattaa ja sijoitusetäisyyksiä pidentää standardien sallimissa rajoissa. [3, s. 6.]

Tietokoneohjelmilla valaisimien ympärille voidaan piirtää ympyröitä, jotka indikoivat seuraavan turvavalaisimen maksimietäisyyden. Tämä helpottaa suunnittelua ja seuraavissa esimerkeissä tätä tapaa on käytetty hyödyksi.

#### 13.1 Esimerkkihotelli

Kuvassa 23 (ks. seur. s.) esitetään turva- ja merkkivalaisimien pistesijoitus- ja ryhmityspiirustus. Poistumisopasteen katseluetäisyys on 25 metriä ja sen ympärille on piirretty sininen ympyrä indikoimaan 25 metrin rajaa, joka näkyy kuvan oikeassa reunassa. Poistumisreittivalaisimen ympärille on piirretty punainen ympyrä indikoimaan 10 metrin rajaa, joka näkyy keskemällä kuvassa. Tilassa tarkka huonekorkeus ei ole tiedossa, joten voidaan olettaa, että 8 - 12 metrin välein asennettuna kyseinen poistumisreittivalaisin antaa tarpeeksi laadukkaan valaistusvoimakkuuden poistumisreitille. Pienet ympyrät on piirretty helpottamaan turvavalaisimien löytämistä. Vaaleanpunainen ympyrä indikoi seuraavan poistumisreittivalaisimen ja vaaleansininen ympyrä seuraavan poistumisopasteen paikkaa.



**Kuva 23. Hotelliaulan turvavalaisimien pistesijoitus- ja ryhmityspiirustus**

Kuvasta 23 voitiin huomata, että poistumisreitivalaisimet sijaitsivat noin 8 metrin päässä toisistaan. Näin voidaan olettaa, että yhden luksin vähimmäisvaatimus täyttyy. Seuraava poistumisopaste sijoittui 20 metrin säteelle edellisestä poistumisopasteesta ja oli noin 17 metrin päässä. Nämä turvavalaisimet sijoitettiin hieman lähemmäs toisiinsa, koska tilaan voi tulla isoja sisustuksellisia esteitä, ja hätäpoistumistilanteessa aulaan sijoittuu enemmän ihmisiä. Kuvasta nähtiin myös, että jos henkilö sijoittui poistumisopasteiden nähden keskelle tai toisen poistumisopasteen alle, hän pystyi hyvin näkemään seuraavan poistumisopasteen.

Hotellin turvavalaisimet asennettiin alakaton pintaan palamattomalle alustalle, koska turvavalaisimien välittömässä läheisyydessä ei ollut palokestävää asennuspintaa. Lämpölaajenemista ei otettu huomioon, koska kaapelihyllyjen pituudet olivat alle 100 metriä. Johdotus toteutettiin palonkestävällä FRHF-MMJ kaapelilla ja palonkestävät rasiat asennettiin asianmukaisesti kattoon kiinni.

Hotellin turvavalaisinjärjestelmä toteutettiin keskusakustojärjestelmällä ja sen turvavalaisimet voitiin asentaa samaan ryhmäkaapeliin. Suunnitelman huonona puolena on tilanne, jossa turvalaisten kaapeli katkeaa satunnaisesta kohdasta, jolloin katkeamiskohdan jälkeen olevat turvalaist jäävät ilman sähkönsyöttöä.

Jokaiseen valaistuskeskukseen sijoitettiin alijännitereleet, jotta turvalaistuskeskus saisi hälytyksen keskuksen jännitteen alenemisesta. Muitakin turvalaistusta tukevia järjestelmiä tarjottiin, mutta kustannussyistä käyttäjä ei toivonut niitä suunnitelmiin.

Kuvasta 24 (ks. seur. s.) nähdään, miltä esitellyn suunnitelman toteutus tuli näyttämään. Kuvan etualalla nähdään suunnitelmissa sinisellä ympyröity

poistumisreittivalaisin. Poistumisopasteiden suhde tilaan on hyvä, ja poistumisopasteita on sijoitettu tarpeeksi usein. Tästä voidaan todeta, että vaikka toinen sähkönsyötöstä katkeaisi, on käyttäjällä hyvät edellytykset löytää ulos rakennuksesta.

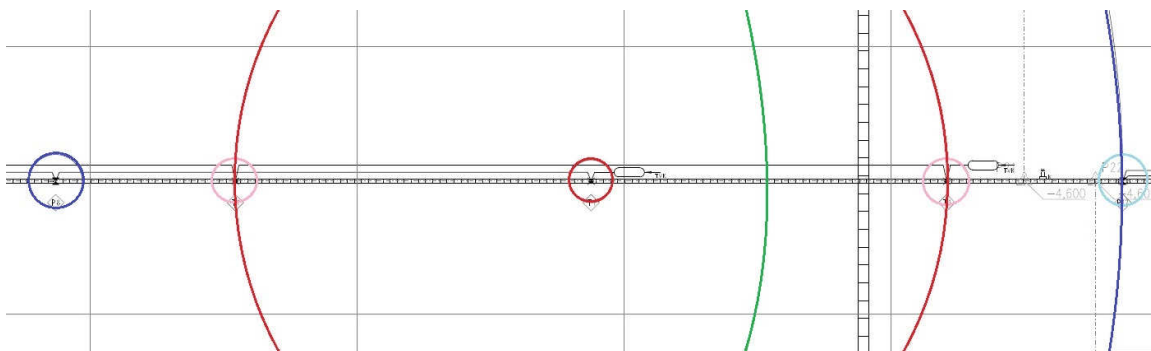


Kuva 24. Hotelliaulan turvavalaisimet

Käyttöönottotarkastusta tehdessä turvavalajärjestelmistä ei löydetty virheitä, ja rakennus on tällä hetkellä käytössä. Voidaan siis todeta, että suunnittelu onnistui, ja työssä annetut ohjeet toimivat käytännössä.

### 13.2 Esimerkkiparkkihalli

Kuvassa 25 (ks. seur. s.) nähdään parkkihallin turva- ja merkkivalaistuksen pistesijoitus- ja ryhmityspiirustus. Sininen ympyrä kertoo poistumisopasteen paikan ja sen 30 metrin katseluetäisyyden. Vaaleansininen ympyrä kertoo seuraavan poistumisopasteen paikan. Vihreä kaari antaa vertailutietoja edellisen esimerkin tilanteeseen (ks. edell. s.) poistumisopasteen näkökulmasta. Punainen ympyrä kertoo poistumisreittivalaisimen paikan ja sen ympärille on piirretty 10 metrin rajaa indikoiva ympyrä. Vaaleanpunainen ympyrä kertoo seuraavan ja edellisen poistumisreittivalaisimen paikan.



Kuva 25. Parkkihallin turvavalaisimien pistesijoitus- ja ryhmityspiirustus

Kuvasta 25 huomattiin, että sijoittelu täyttää annetut ohjeet ja turvavalaisimet osuivat toistensa raja-alueille. Koska parkkihallissa poistumisopasteiden ja katselijan väliin ei tule suuria esteitä, poistumisopasteiden kokoa kasvatettiin. Näin saadaan parempi turvalaistusratkaisu. Poistumisreitivalaisimien valotehokkuutta voisi kasvattaa, mutta silloin valon tasaisuus ei olisi ollut yhtä laadukas, ja estohäikäisyn mahdollisuus olisi suurempi.

Usein parkkihalleissa halutaan maksimoida parkkipaikkojen lukumäärä. Tämä usein johtaa siihen, että poistumisreittien eteen parkkeerataan autoja. Tällaisessa tilanteessa pitää sopia käyttäjän kanssa asiattoman parkkeerauksen estämisestä.

Esimerkkiparkkihallin kaapelointi toteutettiin palonkestävällä FRHR-MMJ kaapelilla. Kaapelit asennettiin omille kannakkeille johtotien viereen, jolloin vältettiin muiden kaapeleiden palokuormat. Palosuojaamattoman kaapelihiyllyn ja palonkestävien kannakkeiden väliin jätettiin ilmoväli, jotta palotilanteessa palosuojaamaton kaapelihiylly ei vaikuttaisi palonkestävien kannakkeiden toimintaan.

Kuten hotellin esimerkissä (ks. 13.1), tämäkin kohde on altis syöttöjohdon katkeamiselle keskitetyn tehonsyöttöjärjestelmän takia. Rakennuksen nykyistä keskitettyä järjestelmää haluttiin käyttää hyödyksi, jonka takia turvalaistussysteemiä ei toteutettu hajautetulla järjestelmällä. Lisäksi autojen ajovalot voivat toimia valonlähteinä poistumistilanteessa, mikä lisää turvallisuutta.

Jokaiseen valaisinkeskukseen asennettiin alijänniterele valvomaan keskuksen jännitettä. Muitakin turvalaistusta tukevia järjestelmiä tarjottiin, mutta kustannussyistä käyttäjä ei toivonut niitä suunnitelmiin.

Esimerkin parkkihalliin valittiin myös toisesta syystä isokokoisemmat poistumisopasteet. Parkkiahalleihin valitaan usein liian pienet poistumisopasteet, jolloin poistumisopasteiden havaitseminen pitkältä matkalta on liki mahdotonta (kuva 26).



**Kuva 26. Parkkihallin liian pieni poistumisopaste**

Kuvasta 26 voitiin huomata, että liian pienet poistumisopasteet eivät sovi isoihin tiloihin. Kuvan poistumisopasteen katseluetäisyydeksi voitiin olettaa 25 metriä ja seuraavaa poistumisopastetta ei näkynyt. Suunnitteluvaiheessa olisi pitänyt valita isompi poistumisopaste, jolloin poistumisopasteen havaitseminen pitkältä matkalta olisi ollut helpompaa.

## **14 Turvavalaistuksesta laadittavat dokumentit**

Kun piirustukset ovat valmiita, tulee tehdyistä suunnitelmista laatia dokumentteja. Turvavalaistussuunnitelmista tulee laatia seuraavia dokumentteja:

- Sähköselostus
- Pistesijoitus- ja/tai ryhmityspiirustus
- Poistumisvalaistuskaavio (liite 1)
- Valaisintaulukko (liite 2)

- Valaisimien koodaus
- Kunnossapito-ohjelma ja käyttöohje

Sähköselostuksessa esitetään järjestelmän yleiskuvaus ja laitteet. Pistesijoitus- ja ryhmityspiirustuksissa esitetään turvalaisimien, johtoteiden ja keskuslaitteiden sijaintipaikat. Turvalaistussuunnitelmien piirustukset suositellaan esitettävän eri piirustuksissa, kuin normaalin sähkönsyötön ryhmityspiirustukset.

Turvalaistusjärjestelmästä tehdään myös poistumisvalaistuskaavio (liite 1) tai kaapelointikaavio. Tässä dokumenteissa esitetään järjestelmän kaapelointiperiaate ja siinä pitää esiintyä seuraavat asiat:

- Turvalokeskusten sijainnit ja toiminta-alueet
- Syöttöjen perusperiaate
- Kaapelointiperiaate
- Kerroksen turvalaisimien määrä
- Syöttöjen lukumäärä
- Mahdolliset tilavahdit ja muut toimintaan kuuluvat laitteet

Suunnittelijan tulee laskea valaisimien lukumäärä ja sijoittaa ne valaisintaulukkoon (liite 2). Tästä taulukosta tulee selvitä muun muassa seuraavat tiedot:

- Tyyppi
- IP-luokitus
- Valmistaja
- Valonlähteen tiedot
- Asennustapa
- Kappalemäärä



Turvavalaistuksen kunnossapito-ohje laaditaan usein laitevalmistajien omien kunnossapito-ohjeiden pohjalta. Näin ollen myös valmistajat usein tarjoavat laitteiden omia käyttöohjeita, jotka tulee toimittaa käyttäjälle. Kunnossapito-ohjeessa tulee käydä myös ilmi, mitä huoltotoimenpiteitä turvavalaistukselle tulee tehdä kuukausittain ja vuosittain. Mahdolliset vikatilanteet ja rikkoutumiset korjataan ja ne tulee kirjata lokikirjaan. [1, s. 66.]

## **15 Viranomaisvalvonta ja tarkastukset**

Turvatekniikakeskus ja pelastusviranomaiset valvovat asetusten noudattamista säännösten mukaisesti. Myös kunnan rakennusvalvonta osallistuu asetusten valvontaan rakennushankkeen valvonnan yhteydessä.

Palonviranomaisella ei ole suunnitelmien tarkastusvelvollisuutta vaan tarkastustahona toimii rakennusvalvontaviranomainen. Tarkastukset suoritetaan lähinnä rakennuslupamenettelyn kautta tai rakennuksen käyttöönottovaiheessa. Pelastusviranomaiset toimivat lähinnä opastajina ja näin toimivat yhteistyössä suunnittelijan kanssa. Palotarkastuksilla pidetään yllä vaadittavaa tasoa. [1, s. 67.]

Turvavalaistuksen suunnittelija on siis vastuussa turvavalaisimien oikeanlaisesta sijoittelusta ja oikeiden turvavalaisinmallien valitsemisesta. Mikäli käyttöönottotarkastuksessa huomataan puutteita, ne tulee korjata ennen, kuin rakennus otetaan käyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että jo suunnitteluvaiheessa tulee varautua näihin puutteisiin varaamalla suunnitelmiin tilaa muutoksille.

## **16 Pohdinta ja yhteenveto**

Poistumisreittivalaistuksen suunnittelussa ei ole yksiselitteistä ratkaisua kaikkiin tilanteisiin, vaan ratkaisut tulee miettiä tapauskohtaisesti. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon turvavalaistusta koskevat standardit, ohjeet, yleinen turvallisuus, käyttäjän toiveet ja kustannukset. Näiden yhteensovittaminen tuottaa usein suuria hankaluuksia.

Viime vuosina turvavalaistuslaitteistojen kehitys on ollut hyvin nopeaa eivätkä standardit ja ohjeet ole pysyneet kehityksen tahdissa. Tämä on johtanut siihen, etteivät

suunnittelijoiden tiedot ole ajan tasalla ja suunnitelmat toteutetaan vanhan tavan mukaan, eikä tärkeää kehitystä tapahdu. Työtä tehdessä huomattiin myös, että kaikki standardit ja ohjeet eivät anna yhdenmukaisia ohjeita turvavalaistuksen suunnitteluun. Niitä on siis aiheellista päivittää ongelmatilanteiden korjaamiseksi.

Turvavalaistusjärjestelmien suunnittelua pidetään usein helppona ja yksinkertaisena tehtävänä. Kuitenkin kun tarkastellaan yleisiä rakennuksia, voidaan huomata, kuinka turvavalaistimien sijoittelu on joissain tilanteissa tehty väärin tai puutteellisesti. Tähän vaikuttaa se, että aikaisemmat standardit eivät ole ottaneet kantaa turvavalaistukseen tarpeeksi kattavasti.

Työtä tehdessä myös huomattiin, että turvavalaistusta tukevia järjestelmiä ei usein käytetä eduksi. Esimerkiksi esiteltyä Tilavahti -järjestelmää ei usein sisällytetä suunnitelmiin, koska se ei ole standardien mukaan pakollinen. Se on kuitenkin hyödyllinen laite yksittäisten vika-alueiden valaisemiseen ja yleisen turvallisuuden parantamiseen. Turvavalaistus onkin aihe, mistä usein halutaan säästää, kun tarkastellaan kustannuksia. Jotkut käyttäjät ovat kiinnostuneita tukevista järjestelmistä, mutta eivät ole valmiita lisäkustannuksiin, vaikka niillä saavutettaisiin parempi turvallisuustaso.

Pitkien sähkökatkosten jälkeiset poistumistilanteet huomattiin ongelmallisiksi. Tähän ei ole vielä tehty tarpeeksi kattavaa ja turvallista ratkaisua, mikä olisi hyvä ratkaista tulevaisuudessa.

Insinööriyössä esitettiin poistumisreittivalaistuksen suunnitteluun liittyviä aiheita ja sen haasteita. Tavoitteena oli tehdä Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy:n henkilöstölle poistumisreittivalaistuksen suunnitteluohje.

Lähteinä käytettiin julkaistuja ohjeistoja, standardeja ja Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy:llä mm. Jarmo Jumppasen ja Heikki Marttilan kanssa käytyjä keskusteluja. Esitely, laitteet, suunnittelu ja ongelmatilanteet tuotiin esiin, minkä pohjalta esitettiin kattavia poistumisreittivalaistuksen ratkaisuja. Esitetyt kohteet ovat rakennusvaiheessa tai valmistuneita, toimien erinomaisina esimerkkeinä. Johdannossa esitettyihin kysymyksiin saatiin laajat ja yksityiskohtaiset vastaukset.

Työn suurin haaste oli koota mahdollisimman selkeä ohje, mitä voitaisiin soveltaa kaikkiin turvavalaistusratkaisuihin. Tavoite oli hankala, sillä ongelmatilanteita on liki loputon

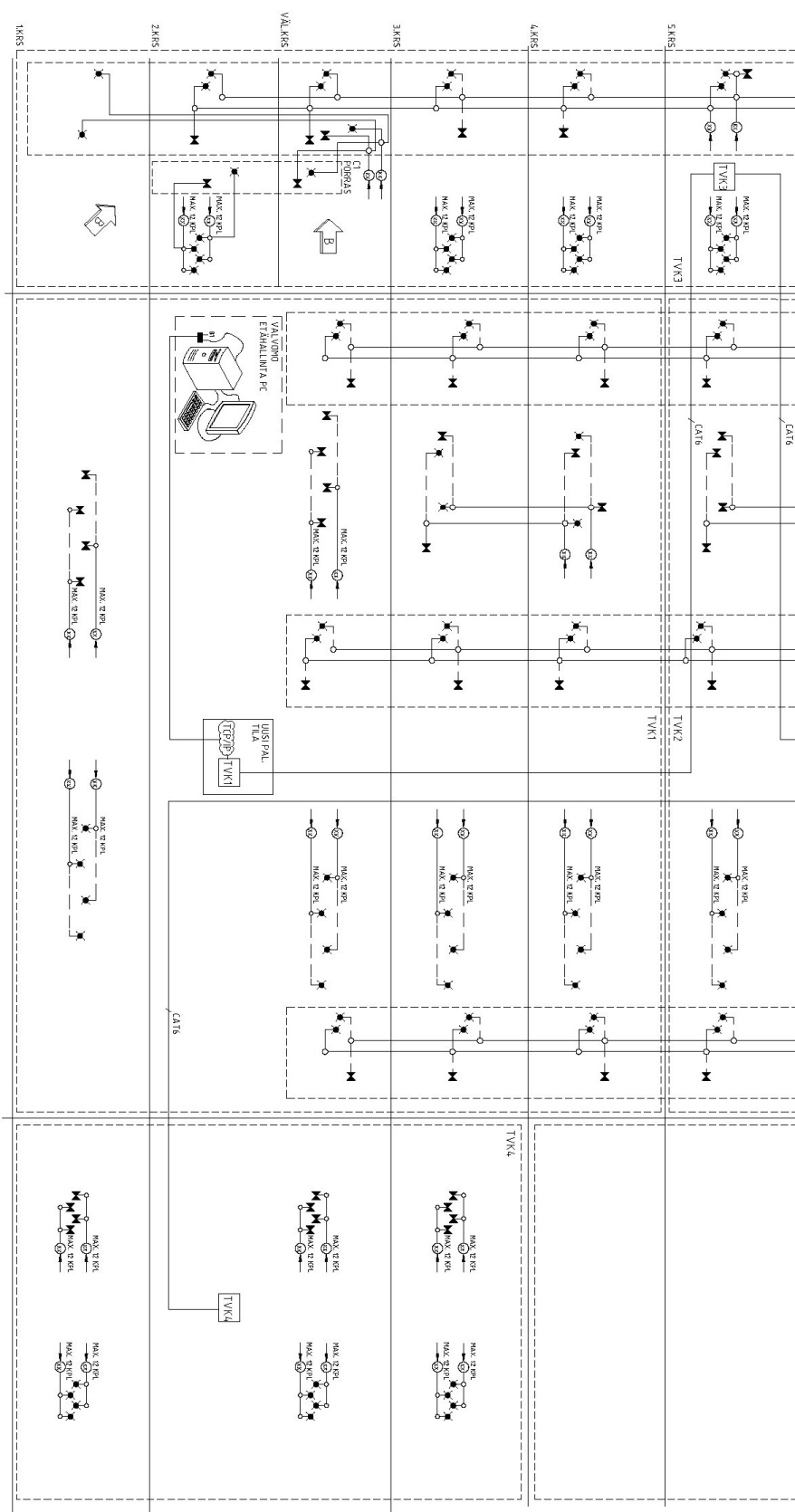
määrä rakennusten koon, käyttötavan ja pohjaratkaisun mukaan. Työ kuitenkin antaa hyvän ja yleispätevän ohjeen turvavalaistuksen suunnitteluun ja sitä noudattamalla päästään usein onnistuneeseen turvavalaistusratkaisuun.

## Lähteet

- 1 Poistumisvalaistus. 2013. ST-käsikirja 36. Espoo: Sähkötieto ry.
- 2 Valaistussovellukset, Turvavalistus. 1999. SFS-EN 1838. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 3 Turvavalistus ja poistumistieopasteet. Suunnittelu. 2010. ST-Kortisto 59.10. Espoo: Sähkötieto ry.
- 4 Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta SMA 805/2005. Helsinki
- 5 ECS 20. Verkkodokumentti. Teknoware.  
<[http://www.teknoware.fi/fi/turvavalistus/tuotteet/valaisimet/twt46-47-48\\_opas\\_20](http://www.teknoware.fi/fi/turvavalistus/tuotteet/valaisimet/twt46-47-48_opas_20)>. Luettu 12.10.2013.
- 6 LINEPOT, TWT78. Verkkodokumentti. Teknoware.  
<[http://www.teknoware.fi/fi/turvavalistus/tuotteet/valaisimet/twt78\\_linespot](http://www.teknoware.fi/fi/turvavalistus/tuotteet/valaisimet/twt78_linespot)>. Luettu 12.10.2013.
- 7 Marttila, Heikki. 25.7.2013. Lyhyt katsaus kaapeleiden palo-ominaisuuksiin ja kaapelivaatimuksiin. Tauno Nissinen Oy.
- 8 FIRETUF valintaopas. Verkkodokumentti. Draka.  
<[http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka\\_Finland/Languages/suomi/PDFt/Esitt eet/Firetuf\\_valintaopas\\_300dpi.pdf](http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/PDFt/Esitt eet/Firetuf_valintaopas_300dpi.pdf)>. Luettu 12.10.2013
- 9 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen, Turvavajärjestelmät. 2012. SFS-EN 6000-5-56. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 10 Marttila, Heikki. 25.07.2013. Palonaikana toimivat turvajärjestelmät ja palonkestävät johtojärjestelmät. Tauno Nissinen Oy.
- 11 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät. 2002. SFS-EN 50171. 2002. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 12 Varmennetun sähkönsyötön järjestelmät. 2005. ST-käsikirja 20. Espoo: Sähkötieto ry
- 13 Turvavalokeskus TKT3122. Verkkodokumentti. Teknoware.  
<<http://www.teknoware.fi/fi/turvavalistus/tuotteet/turvavalokeskukset/tkt31>>. Luettu 12.10.2013

- 14 Tilavahti®. Verkkodokumentti. Teknoware.  
<[http://www.teknoware.fi/fi/turvavalaistus/tuotteet/turvavalokeskukset/turvavaloke  
skusten\\_varusteet/tilavahti](http://www.teknoware.fi/fi/turvavalaistus/tuotteet/turvavalokeskukset/turvavaloke<br/>skusten_varusteet/tilavahti)>. Luettu 12.10.2013
- 15 Turvavalaistus Standardi SFS-EN 1838. Verkkodokumentti. Fagerhult.  
<[http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-  
info/pdf/Turvavalaistus\\_12.pdf](http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-<br/>info/pdf/Turvavalaistus_12.pdf)>. Luettu 12.10.2013

## Turvavalaistuskaavio



## Valaisintaulukko

VALAISINTAULUKKO									
POS	VALAISIN	LUETTELO		LAMPPU	HS	AT	HUOM	YHT. KPL	MUUTOS
	Tyyppi	IP	Luetelo	Sivu	Kpl/Tyyppi/Teho				
1	MultiFive Basic Beta, 25486	20	Fagerhult		2 * FDH 28		U	1)	0
2	MultiFive Basic Beta, 25489	20	Fagerhult		2 * FDH 35		U	2)	0
3	MultiFive Basic Beta, 25485	20	Fagerhult		1 * FDH 28		U	3)	0
4	MultiFive Basic Beta, 25488	20	Fagerhult		1 * FDH 35		U	4)	7
5	AMB 1350-N	44	Applux		1 * FDH 35		RKK		0
6	AMB 1280-N	44	Applux		1 * FDH 28		RKK		74
7	MultiFive G2 Delta, 22043	20	Fagerhult		1 * FDH 28		U		9
8	MultiFive G2 Delta, 22048	20	Fagerhult		2 * FDH 28		U		0
9	MultiFive G2 Delta, 22120	20	Fagerhult		1 * FDH 35		U		0
10	MultiFive G2 Delta, 22120	20	Fagerhult		2 * FDH 35		U		12
11	I20 op 2x28W	44	GLAMOX		2 * TL5 28	OM	U		0
12	I20 op 2x35W	44	GLAMOX		2 * TL5 35	OM	U		0
13	Cosmo 4, 2410000	65	ES-System		1 * FDH 49		RKK		207
14	Cosmo 4, 2411060	65	ES-System		2 * FDH 49		RKK		0
15	Aiffive, 33403-143	44	Fagerhult		1 * TL5 28		RKK		75
16	Aiffive, 33405-143	44	Fagerhult		1 * TL5 35		RKK		29
17	Aiffive, 33404-143	44	Fagerhult		2 * TL5 28		RKK		90
18	Aiffive, 33406-143	44	Fagerhult		2 * TL5 35		RKK		14
19	SISTEMA COMFORT FL 3571		IGUZZINI		1 * FSM 26		U		0
20	REFLEX EASY MC33		IGUZZINI		1 * LED 45		U		0
21	A40-W		GLAMOX		1 * TS 14		S		7
22	2544		BEGA		1 * FSM 26		S		20
23									0
24	Romano 900, 0990	44	Astro 2012		LED 10		S		0
25	Aiffive, 33402-143	44	Fagerhult		2 * TL5 14		RKK		19
26	2544	65	BEGA		1 * FSM 26		K		11
27									0
28	Closs Beta 26626	20	Fagerhult		2 * TL5 28		RKK		6
29	Closs Beta 26628	20	Fagerhult		2 * TL5 35		RKK		0
30	Multilume Hydro Beta	65	Fagerhult		3 * TL5 14		U		16
									0
									0
									0
									0
									0
	Turvavalaistus								0
P1	ELX-1P-A	41	Exlight		LED		K/S		53
P2	ELX-1P-V	41	Exlight		LED		K/S		8
P3	ELX-1P-O	41	Exlight		LED		K/S		25
P4	ELX-1P-A+A	41	Exlight		LED		K/S		12
P5	ELX-1P-O+V	41	Exlight		LED		K/S		13
P6	ELL-1P-A	44	Exlight		LED 1		RKK		41
P7	ELL-1P-V	44	Exlight		LED 1		RKK		0
P8	ELL-1P-O	44	Exlight		LED 1		RKK		0
P9	ELL-1P-A+A	44	Exlight		LED 1		RKK		0
P10	ELL-1P-O+V	44	Exlight		LED 1		RKK		9
T1	LED-3T/U/P/120	44	Exlight		3 * LED 2		U		131
T2	LED-1T/P	44	Exlight		1 * LED 2		RKK		76
T3	LED-1T/P	44	Exlight		1 * LED 2		S		15
T4	LED-1T/U/P	44	Exlight		1 * LED 2		U		6
T5									0
T6									0
T7									0
0	YHTEENSÄ				Työ N:o		0	Muutos	0